

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra ekonomiky



Diplomová práce

**Význam využití obnovitelných zdrojů k zajištění
energetické bezpečnosti České republiky**

Bc. Kutiš Petr

© 2019 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Petr Kutiš

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Význam využití obnovitelných zdrojů k zajištění energetické bezpečnosti České republiky

Název anglicky

The importance of using renewable sources to ensure the energy security of the Czech republic

Cíle práce

Hlavním cílem práce je posouzení, zda vhodné využití moderních technologií v energetice společně s využitím obnovitelných zdrojů energie může významným způsobem přispět k energetické soběstačnosti České republiky a posílit její energetickou bezpečnost.

Dílním cílem je vyhodnocení jednotlivých typů obnovitelných zdrojů energie u hlediska jejich vhodnosti použití v přírodních podmínkách České republiky, ekonomiky jejich provozu, legislativní náročnosti a vlivu na životní prostředí.

Výsledky jsou porovnány s hodnotami dosahovanými při provozu klasických zdrojů výroby elektrické energie.

Metodika

První část diplomové práce seznamuje s relevantními pojmy vztahující se ke danému tématu. Práce je zpracována na základě rešerší odborných, ekonomických a technických publikací. Využity jsou rovněž internetové zdroje, odborné časopisy a zkušenosti provozovatelů obnovitelných zdrojů.

Druhá část diplomové práce vypracována na základě konkrétních příkladů provozování jednotlivých obnovitelných zdrojů. V této části je konkrétně zhodnocena legislativní ekonomická a technická náročnost každého jednotlivého obnovitelného zdroje

Ve třetí části je za pomoci zjištěných údajů analyzován současný stav využití obnovitelných zdrojů na území České republiky v porovnání s klasickými zdroji výroby elektrické energie. Je provedeno vyhodnocení a z něho plynoucí návrh na vhodnost rozvoje a podpory každého konkrétního obnovitelného zdroje. Na základě zjištěných údajů je posouzeno, zda obnovitelné zdroje mohou významně přispět k zajištění energetické bezpečnosti České republiky.

Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

Klíčová slova

obnovitelné zdroje, energetická bezpečnost, fotovoltaika, větrná energie, vodní energie, biomasa, geotermální energie

Doporučené zdroje informací

BENDA, V. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Profi Press, 2012. ISBN 978-80-86726-48-9.

JEVIČ, P. – PASTOREK, Z. – KÁRA, J. *Biomasa : obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public, 2004. ISBN 80-86534-06-5.

LIBRA, M. – POULEK, V. *Solární energie : fotovoltaika – perspektivní trend současnosti i blízké budoucnosti*. V Praze: ČZU, 2006. ISBN 80-213-1488-5.

PAŽOUT, F. *Malé vodní elektrárny. Díl 1., Ekonomika, předpisy*. Praha: SNTL, 1987.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – PEF

Vedoucí práce

prof. Ing. Jaroslav Homolka, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra ekonomiky

Elektronicky schváleno dne 18. 2. 2019

prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 20. 2. 2019

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 06. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Význam využití obnovitelných zdrojů k zajištění energetické bezpečnosti České republiky" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.3.2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Jaroslavu Homolkovi, CSc. za vstřícný přístup a cenné rady při tvorbě diplomové práce.

Význam využití obnovitelných zdrojů k zajištění energetické bezpečnosti České republiky

Abstrakt

Jedním z nejdůležitějších témat, která řeší prakticky celý svět, je zajištění dostatečného množství elektrické energie pro bezproblémové fungování státu. Výjimkou není ani Česká republika. Jednou z možností, jak posílit energetickou soběstačnost, je využití technologií vyrábějících energii z obnovitelných zdrojů.

Cílem práce je potvrdit, či vyvrátit teorii, že obnovitelné zdroje mohou v současné době významnou měrou nahradit zdroje klasické, které používají k výrobě elektrické energie zejména fosilní paliva.

Teoretická část práce využívá odborné literatury a relevantních internetových zdrojů k podrobnému výzkumu a vyhodnocení jednotlivých potenciálně využitelných technologií.

Část praktická obsahuje výsledky terénního průzkumu již existujících subjektů, které vyrábějí energii za pomoci obnovitelných zdrojů, z nichž každý využívá jiný typ technologie. Tyto výsledky jsou podrobně posouzeny z několika hledisek a prezentovány. Na základě výzkumu je popsána a vyhodnocena vhodnost provozování těchto typů technologií v podmínkách celého státu. Zároveň je vyvrácena teorie, že technologie využívající obnovitelné zdroje mohou v současné době významnější měrou nahradit klasickou výrobu elektrické a tepelné energie.

Klíčová slova: obnovitelné zdroje, energetická bezpečnost, fotovoltaika, větrná energie, vodní energie, biomasa, geotermální energie

The importance of using renewable sources to ensure the energy security of the Czech republic

Abstract

One of the most important themes that is currently discussed all around the world, is securing enough electric power for effective operation of the State. Czech Republic is no exception here. One of the options to enforce the energetic independence is a use of technologies producing electricity from renewable energy sources.

The aim of the thesis is either to confirm or rebut a theory that these renewable sources can significantly substitute the other energy sources such as fossil fuels.

The theoretical part consists of scientific literature and relevant internet sources. These sources are used for a detailed research and evaluation of the possibilities of a use of individual technologies.

The practical part includes results of the field research of already existing subjects. These corporations produce electricity using renewable energy sources, while each of them uses different type of technology. The results are reviewed from several perspectives and eventually presented. Based on the research the suitability of the use of these technologies within the whole State is described. Simultaneously, the theory that technologies using renewable energy sources these days could substitute the other sources such as fossil fuels is disproved.

Keywords: renewable sources, energetic safety, photovoltaics, wind energy, water energy, biomass, geothermal energy

Obsah

1 Úvod.....	11
2 Cíl práce a metodika	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika	12
3 Rozdělení obnovitelných zdrojů	13
3.1 Obnovitelné zdroje	13
3.1.1 Energie ze slunce	13
3.1.2 Energie z větru	17
3.1.3 Energie z vody	23
3.1.4 Energie Země.....	33
3.1.5 Biomasa	39
4 Energetická bezpečnost	47
4.1.1 Energetická bezpečnost České republiky	50
4.1.2 Plyn	52
4.1.3 Uhlí	52
4.1.4 Ropa.....	52
4.1.5 Uran	53
5 Výzkum konkrétních typů technologií OZE	54
5.1 Malá vodní elektrárna	57
5.1.1 Ekonomika malé vodní elektrárny.....	59
5.1.2 Zhodnocení efektivity vodní elektrárny.....	62
5.2 Bioplynová stanice	63
5.2.1 Ekonomika bioplynové stanice.....	65
5.2.2 Zhodnocení efektivity bioplynové stanice.....	67
5.3 Fotovoltaická elektrárna.....	68
5.3.1 Ekonomika fotovoltaické elektrárny.....	70
5.3.2 Zhodnocení efektivity fotovoltaické elektrárny.....	72
5.4 Větrná elektrárna.....	73
5.4.1 Ekonomika větrné elektrárny.....	75
5.4.2 Zhodnocení efektivity větrné elektrárny.....	78
5.5 Legislativa.....	78
6 Hodnocení a diskuse.....	82
7 Závěr.....	86

8 Seznam použitých zdrojů.....	89
9 Přílohy	95

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Popis a konstrukce fotovoltaického panelu.....	15
Obrázek 2 - Vznik fotovoltaického napětí na struktuře s přechodem PN.....	16
Obrázek 3 - Miskový anemometr.....	20
Obrázek 4 - Francisova turbína.....	27
Obrázek 5 - Kaplanova turbína.....	28
Obrázek 6 - Peltonova turbína.....	29
Obrázek 7 - Bánkiho turbína.....	30
Obrázek 8 - Schéma přečerpávací elektrárny.....	32
Obrázek 9 - Průřez planety Země.....	34
Obrázek 10 - Schéma funkce tepelného čerpadla.....	35
Obrázek 11 - Geotermální potenciál České republiky.....	38
Obrázek 12 - Skladba energetického mixu v ČR.....	47
Obrázek 13 - Malá vodní elektrárna.....	58
Obrázek 14 - Bioplynová stanice.....	63
Obrázek 15 - Fotovoltaická elektrárna.....	68
Obrázek 16 - Větrné elektrárny.....	73

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Náklady na rekonstrukci malé vodní elektrárny.....	59
Tabulka 2 - Provozní výsledky malé vodní elektrárny.....	60
Tabulka 3 - Náklady na pořízení bioplynové stanice.....	64
Tabulka 4 - Provozní výsledky bioplynové stanice.....	65
Tabulka 5 - Náklady na pořízení fotovoltaické elektrárny.....	69
Tabulka 6 - Provozní výsledky fotovoltaické elektrárny.....	70
Tabulka 7 - Náklady na pořízení větrné elektrárny.....	75
Tabulka 8 - Provozní výsledky větrné elektrárny.....	76

Seznam grafů

Graf 1 - Skladby primárních zdrojů energie v České republice.....	50
Graf 2 - Průběh nákladů a výnosů malé vodní elektrárny.....	61
Graf 3 - Produkce elektrické energie malé vodní elektrárny v průběhu roku 2017.....	62
Graf 4 - Průběh nákladů a výnosů bioplynové stanice.....	66
Graf 5 - Produkce elektrické energie bioplynové stanice v průběhu roku 2017.....	67
Graf 6 - Průběh nákladů a výnosů fotovoltaické elektrárny.....	71
Graf 7 - Produkce elektrické energie fotovoltaické elektrárny v průběhu roku 2017.....	72
Graf 8 - Průběh nákladů a výnosů větrné elektrárny.....	77
Graf 9 - Produkce elektrické energie větrné elektrárny v průběhu roku 2017.....	77

1 Úvod

V dnešní době je jedním z nejdůležitějších úkolů každého vyspělého zodpovědného státu se postarat o zajištění vlastní energetické bezpečnosti.

Jednou z cest je hospodárnější využití vlastního nerostného bohatství a dalších surovin potřebných pro bezproblémový chod státu. Další možností je zajištění dodávek potřebných nerostných surovin od spolehlivých dodavatelů z jiných zemí zejména v situaci, kdy se potřebné suroviny na území vlastního státu nenalézají. V ideálním případě lze toto surovinové partnerství bezpečně udržovat, pokud je možné recipročně nabídnout dodavateli surovinu vlastní. Naopak velkým rizikem partnerství bývá nestabilní politická situace na straně dodavatele, která umožňuje odběratele, který je závislý na dodávkách surovin vydírat. Charakteristickým případem je dlouhodobý problém dodávky zemního plynu z území Ruské federace do Evropy přes Ukrajinu. Zemního plynu je zde využito jako prostředku politického boje mezi těmito nepřátelými státy.

V moderní době, která přeje rozvoji alternativních energetických zdrojů, se otvírají velké možnosti, jak zodpovědně hospodařící stát může za pomoci nových technologií a využití obnovitelných přírodních zdrojů zvýšit míru vlastní energetické soběstačnosti, zejména při výrobě elektrické energie. Je však nutno velmi citlivě posuzovat v první řadě ekonomický přínos těchto zdrojů a samozřejmě také vhodnost přírodních a geografických podmínek daného státu při jejich samotné realizaci. Naštěstí je dnes možnost načerpat zkušenosti a inspiraci u vyspělých států, které se této problematice věnují již mnoho desetiletí.

Přestože nelze změnit energetickou politiku státu ze dne na den, bylo by vhodné neotálet s využitím nových technologií a alternativních zdrojů. Ruku v ruce s tím by bylo dobré snižovat energetickou náročnost na straně spotřebitelů. Všechna tato opatření mohou přispět ke zvýšení energetické bezpečnosti a soběstačnosti a současně mohou pomoci ke zlepšení životního prostředí.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je zhodnocení, zda vhodné využití moderních technologií v energetice společně s využitím obnovitelných zdrojů energie může významným způsobem přispět k energetické soběstačnosti České republiky a posílit její energetickou bezpečnost.

Dílčím cílem je vyhodnocení jednotlivých typů obnovitelných zdrojů energie z hlediska jejich vhodnosti použití v přírodních podmínkách České republiky, ekonomiky jejich provozu, legislativní náročnosti a vlivu na životní prostředí.

Výsledky jsou porovnány s hodnotami dosahovanými při provozu klasických zdrojů výroby elektrické energie.

2.2 Metodika

První část diplomové práce seznamuje s relevantními pojmy vztahující se k danému tématu. Práce je zpracována na základě rešerší odborných, ekonomických a technických publikací. Využity jsou rovněž internetové zdroje, odborné časopisy a zkušenosti provozovatelů obnovitelných zdrojů.

Druhá část diplomové práce je vypracována na základě konkrétních příkladů provozování jednotlivých obnovitelných zdrojů. V této části je konkrétně zhodnocena a zmapována legislativní ekonomická a technická náročnost každého jednotlivého obnovitelného zdroje.

Ve třetí části je za pomoci zjištěných údajů analyzován současný stav využití obnovitelných zdrojů na území České republiky v porovnání s klasickými zdroji výroby elektrické energie. Je provedeno vyhodnocení a z něho plynoucí návrh na vhodnost rozvoje a podpory každého konkrétního obnovitelného zdroje. Na základě zjištěných údajů je posouzeno, zda obnovitelné zdroje mohou významně přispět k zajištění energetické bezpečnosti České republiky.

3 Rozdělení obnovitelných zdrojů

V současné době se využívá při získávání energie mnoho typů obnovitelných zdrojů. Lze je dělit a řadit podle různých kritérií. Tato práce se věnuje převážně těm typům obnovitelných zdrojů, které se běžně používají na území České republiky a které jsou pro tento region typické.

3.1 Obnovitelné zdroje

Získávání energie využitím obnovitelných zdrojů je prakticky tak staré jako lidstvo samo. Už pračlověk využíval k výrobě tepla oheň, do něhož přikládal sesbírané dřevo, tedy z dnešního hlediska obnovitelný zdroj energie. Starověké vyspělé civilizace vybavily své lodě plachtami a jako pohonné médium využily vítr. Dalším používaným obnovitelným zdrojem energie se stala voda, která poháněla mlýnská kola a také pily. Poměrně novým fenoménem je využívání energie ze slunce. Jeho počátky bychom našli v 19. století, kdy Alexandr Edmond Becquerel při svých experimentech objevil fotovoltaiický jev. Ovšem cesta k masovému využívání sluneční energie byla ještě velmi dlouhá.

3.1.1 Energie ze slunce

Využívání energie získávané ze slunce nesahá tak hluboko do historie, jako energie získané z větru nebo z vody. Přeměna sluneční energie na elektrickou energii se nazývá fotovoltaiika. Pojem fotovoltaiika vznikl složením řeckého slova phos – světlo a volta – jméno Alexandra Volty. Fotovoltaiický jev objevil na počátku 19. století Alexandr Edmond Becquerel a jako první ho popsal Albert Einstein na počátku 20. století. Za tento popis mu byla v r. 1921 udělena Nobelova cena.¹ Platnost principu fotovoltaiického jevu experimentálně potvrdil další držitel Nobelovy ceny Robert Andrew Millikan.²

První pokusy s fotočlánky spadají do sedmdesátých let 19. století, kdy byla zjištěna vodivost selenu při dopadu světla. První selenový fotočlánek sestrojil americký vědec Charles Fritts. Účinnost tohoto článku byla velmi malá, pohybovala se kolem 1%. První

¹ Nobelova cena Einsteina pro teorii fotoelektrického efektu. *LifeHack: LifeHack* [online]. Krasnojarsk (Russia): Softnews Media Group, 2018 [cit. 2018-10-17]. Dostupné z:

<https://cs.hoboetc.com/obrazovanie/24758-nobelevskaya-premiya-eynshteyna-za-teoriyu-fotoeffekta.html>

² MLA styl: Robert A. Millikan - biografický. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2019 [cit. 2018-12-10].

Dostupné z: <<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1923/millikan/biographical/>>

křemíkový fotočlánek sestrojil americký fyzik Russel Ohl. V Bellových laboratořích se povedlo navýšit účinnost tohoto článku až na 6%. Největší rozmach fotovoltaiky přichází až v druhé polovině 20. století s nástupem kosmického výzkumu, kdy se články začaly používat jako zdroj energie pro vesmírné družice.

Fotovoltaické články z hlediska historie jejich vývoje můžeme rozdělit do tří generací.³ Základem článku první generace jsou křemíkové desky. V dnešní době jsou nejrozšířenější a přeměna solární energie na elektrickou v nich dosahuje poměrně vysoké účinnosti od 16 do 24 %. Výroba těchto článků je poměrně nákladná z důvodu vysokých vstupních nákladů na materiál (především krystalického křemíku). Proto je snaha o snížení výrobní ceny a ztenčení desky z krystalického křemíku. Články druhé generace byly tedy 100 – 1000 krát tenčí. Jejich účinnost klesla pod 10 %. Fotovoltaické články třetí generace jsou vícevrstvé a koncentrátové. Při výrobě těchto článků bylo dosaženo minimálních výrobních nákladů, ale velkým problémem je velice nízká účinnost maximálně 4 %. Z tohoto důvodu se články třetí generace nevyužívají.⁴

Solární panel

Napětí jednoho článku, které bývá 0,5 V je velice nízké pro běžné využívání. Aby bylo možné solární článek využívat v různých fotovoltaických systémech, musí být sériově propojeny. V dnešní době se běžně využívají sestavy, které mají provozní napětí 12 V nebo 24 V. Tyto sestavy jsou zapojeny buď sériově, nebo sériově paralelně a jsou uzavřeny ve výsledném solárním panelu.⁵ Solární články jsou zalaminovány a panely jsou zakryty ochranným sklem. Konstrukce panelů je uzpůsobena pro různé druhy použití. Panelů se dá využít jako střešní krytiny, fasádních skel nebo obkladů, proto musí být klimaticky a mechanicky odolné. Musí být odolné například proti krupobití, mrazu nebo proti silnému větru. Životnost solárních panelů se odhaduje na více než 30 let.⁶

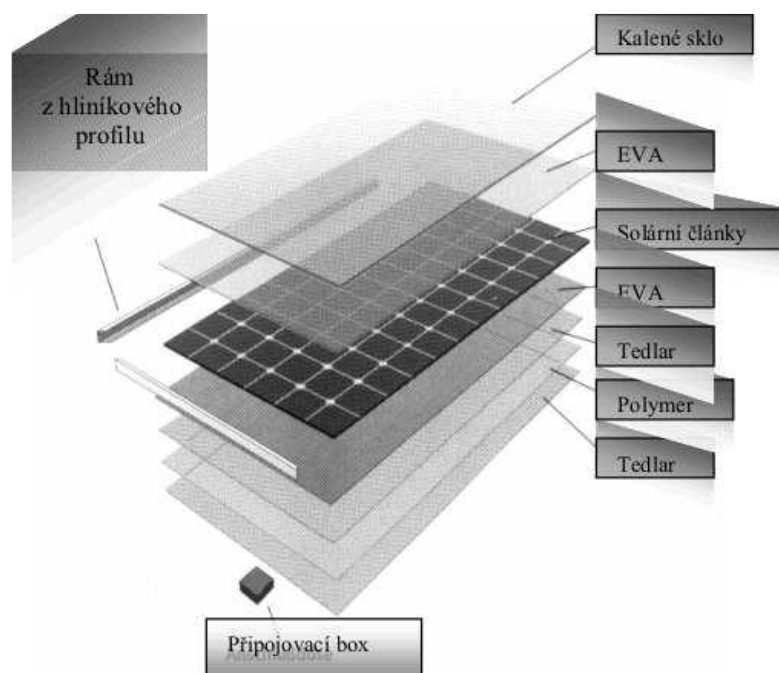
³ Teorie fotovoltaiky. *Isofen Energy: titulní stránka* [online]. České Budějovice: Isofen Energy, 2018 [cit. 2018-10-17]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/fotovoltaika.aspx>

⁴ Fotovoltaika: TZB-info. *Obnovitelná energie a úspory energie: TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, 2018 [cit. 2018-10-19]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika>

⁵ LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. *Solární energie: fotovoltaika - perspektivní trend současnosti i blízké budoucnosti*. 2., dopl. vyd. V Praze: ČZU, 2006. ISBN 80-213-1488-5.

⁶ Brožura OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE a možnosti jejich uplatnění v České republice, skupina ČEZ, s. 133. www.cez.cz [online]. 2010 [cit. 2018-08-11].

Obrázek 1 - Popis a konstrukce fotovoltaického panelu



Zdroj: <http://www.odes.cz/technologie/zpracovani-fotovoltaickych-panelu>

Fotovoltaický systém

Pod pojmem fotovoltaický panel si skoro každý představí panely na rodinných domcích, výrobních halách nebo na polích. Málokdo si vzpomene na drobné aplikace, jakými jsou solární nabíječky nebo kalkulátory. Tyto aplikace mají na trhu zanedbatelný podíl. Vyrůstající tendenci však pozorujeme u nabíjecích zařízení, která rychle nabíjejí baterie mobilních telefonů, akumulátorů nebo fotoaparátů. Miniaturní fotovoltaický panel můžeme vidět například také na školním batohu. V dnešní době si lidé tyto doplňky oblíbili, nabídka je pestrá a cenově dostupná, proto nemusíme řešit problém, jak si dobít mobilní telefon nebo notebook, když se nacházíme mimo domov.

Větší soustavu panelů nazýváme off – grid neboli ostrovní systémy pro samozásobování. Tyto systémy se používají v místech, kde není možnost dodávky elektrické energie ze sítě, nebo v místech, kde by náklady na zhotovení přípojky byly vysoké nebo kde zhotovení přípojky není možné. Tyto náklady by byly stejné nebo dokonce vyšší než zhotovení vlastní malé fotovoltaické výroby. Ostrovní systémy se především využívají na chatách, chalupách nebo chatových osadách.⁷

⁷ Fotovoltaika: TZB-info. *Obnovitelná energie a úspory energie: TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, 2018 [cit. 2018-10-19]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika>

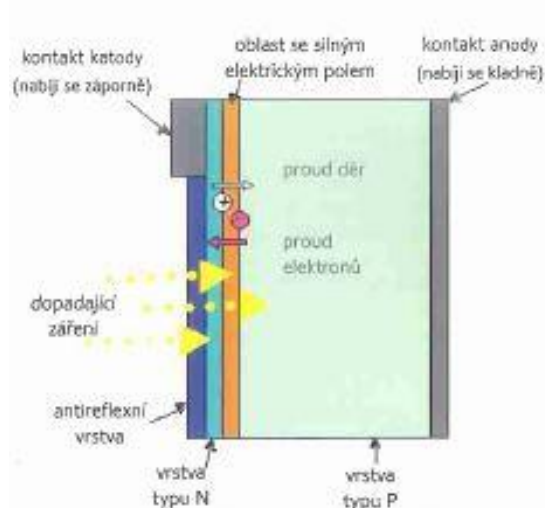
Systemy, které jsou připojeny do sítě, nazýváme on – grip. Tyto síťové systémy se využívají v oblastech, kde není problém se napojit na distribuční síť. Tyto fotovoltaické elektrárny pracují v režimu zeleného bonusu nebo přímého výkupu energie.

Panely v tomto systému vyrábějí stejnosměrný proud, ten je v měničích převáděn na střídavé napětí.⁸ Elektroměr měří počet vyrobených kilowatt nebo v případě zeleného bonusu i počet spotřebovaných kilowatt. Tento systém výroba – spotřeba je plně automatický. Podle velikosti mohou fotovoltaické elektrárny dodávat několik kilowatt nebo dokonce i megawatt.⁹

Princip fotovoltaického jevu

Při působení slunečního záření dochází k absorpci energie fotonů částicí materiálu a uvolňování elektronů. Po uvolněním elektronu vznikne v materiálu díra, do které mohou přeskakovat sousední elektrony. Tento jev nazýváme elektron – díra. Aby docházelo v homogenním materiálu ke vzniku napětí, je potřeba využít struktur, kde je vestavěné elektrické pole. Elektrony se urychleně přesouvají do vrstvy typu N a díry do vrstvy typu P (struktura PN).¹⁰

Obrázek 2 - Vznik fotovoltaického napětí na struktuře s přechodem PN



Zdroj: V.Benda Obnovitelné zdroje energie

⁸ LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. *Solární energie: fotovoltaika - perspektivní trend současnosti i blízké budoucnosti*. 2., dopl. vyd. V Praze: ČZU, 2006. ISBN 80-213-1488-5.

⁹ Fotovoltaika: TZB-info. *Obnovitelná energie a úspory energie: TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, 2018 [cit. 2018-10-19]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika>

¹⁰ BENDA, Vítězslav. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Profi Press, 2012. ISBN 978-80-86726-48-9.

Takovým způsobem se vrstva typu P nabíjí kladně a vrstva typu N se nabíjí záporně. V případě, že na polovodič dopadá světlo, tak dochází ke vzniku fotovoltaického napětí. Když mezi tyto vrstvy zapojíme spotřebič, tak jím začne protékat elektrický proud. Tento elektrický proud už může vykonávat potřebnou práci. Velikost vyrobeného proudu je závislá na intenzitě záření, na účinnosti článku a také na velikosti článku.

Výhody a nevýhody fotovoltaiky

Mezi výhody fotovoltaické elektrárny můžeme zařadit téměř bezúdržbový provoz. Dalšími výhodami jsou nízké provozní náklady (náklady na slunečné záření jsou nulové), poměrně dlouhá životnost panelů (20 – 25 let), nulová ekologická daň¹¹ a bezpečnost provozu.

Nevýhodou je nefunkčnost fotovoltaického systému v noci a závislost na intenzitě slunečního záření během ročních období. Další nevýhodou je poměrně energeticky náročný výrobní proces fotovoltaického článku a s tím související vysoké pořizovací náklady.

3.1.2 Energie z větru

První zmínku o využití větrné energie nalzáme již v prvním století našeho letopočtu. Ve starém Egyptě tehdy lidé začali využívat síly větru jako energie pro provoz větrných mlýnů. V Evropě se objevily první větrné mlýny až v roce 1180 a na území nynější České republiky dokonce až ve 13. století a to v zahradách Strahovského kláštera v Praze.¹² Síla větru se postupem času nevyužívala jen k mletí obilí, čerpání vody nebo řezání dřeva, ale také jako hnací síla pro pohyb lodí.

V současnosti větrné mlýny slouží až na pár výjimek jako turistické atrakce.

První větrné elektrárny byly postaveny a uvedeny do provozu ve Spojených státech odkud se postupem času tato technologie rozšířila do celého světa.

První zmínka o výrobě elektrické energie z větru v České republice spadá do osmdesátých let minulého století.¹³ K jejímu rozvoji došlo v letech 1990 až 1995.

¹¹ VOBOŘIL, David. Fotovoltaické elektrárny – princip funkce a součásti, elektrárny v ČR.

In: *Oenergetice.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-12-07]. Dostupné z:

<http://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti/>

¹² Z historie využívání energie větru v českých zemích. *ČSVE - Větrné elektrárny: Větrná energie* [online].

Praha: Česká společnost pro větrnou energii, 2013 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z:

<http://www.csve.cz/pdf/cz/Z-historie-VtE-v-CR.pdf>

¹³ KOČ, Břetislav, Ing. Z historie větrných elektráren. *Elektro* [online]. 2005, **2005**(12) [cit. 2018-12-12].

Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/z-historie-vetrnych-elektren--13364>

Asi 1/3 z postavených elektráren měla poruchovou technologii nebo byly postaveny na místech s malou zásobou větrné energie. Proto v tomto období došlo k pozastavení výstavby nových zařízení. V současnosti jsou budovány nové moderní větrné elektrárny, které spolehlivě pracují, na dvou desítkách míst v ČR.

Malé větrné elektrárny

Malé větrné elektrárny disponují výkonem od 60 do 1200 W. Tyto elektrárny se budují na místech, kam je problém přivést rozvodnou síť. Elektrárny, které mají výkon 1000 W, vyrábějí elektrickou energii při rychlosti větru 4 m/s a maximálního výkonu dosáhnou při 10 m/s. Při průměrných větrných podmínkách 4 m/s dokážou vyrobit 2000 kWh za rok.

Malé větrné elektrárny se používají na dobíjení akumulátorů, k pohonu čerpadel, případně jako pohon jiného mechanického stroje. Vyrobenu elektrickou energii mohou rovněž dodávat do rozvodné sítě. Výhodou pro výstavbu malé elektrárny je to, že její funkci můžeme využít i v malých nadmořských výškách. Místo, kde se elektrárna postaví, se určuje podle větrné mapy. Mapu zpracovává Ústav fyziky atmosféry akademie věd České republiky. Jednou z nevýhod je vysoká hlučnost při vyšší síle větru.

Malá větrná elektrárna zřídka přesahuje výšku 20 m. Skládá se ze stojanu, turbíny, převodovky, generátoru a elektrické regulace. Výkon turbíny závisí na místě výstavby a na počtu větrných dní. To znamená, že roční produkce elektrické energie bývá odlišná.

Velké větrné elektrárny

Pokud má větrná elektrárna výkon větší než 1200 W, hovoříme o velké větrné elektrárně. Natáčení do směru větru zajišťují pomocné motory. Elektrické generátory dodávají do sítě střídavé napětí 660 V a více. Konstantních otáček větrná elektrárna dosahuje natáčením lopatek. Některé elektrárny mohou být i dvourychlostní nebo mají proměnlivé otáčky, které jsou závislé na aktuální rychlosti větru.

Konstrukce větrné elektrárny

Nejrozšířenějším typem z hlediska konstrukce větrné elektrárny je axiální turbína. Skládá se zpravidla z těchto částí – základu, sloupu, gondoly, generátoru, převodovky a větrné turbíny s lopatkami.¹⁴

¹⁴ ŠKORPÍK, Jiří. Využití energie větru, *Transformační technologie*, 2006-10, [last updated 2018-01-15]. Brno: Jiří Škorpík, [on-line] pokračující zdroj, ISSN 1804-8293. Dostupné z <http://www.transformacni-technologie.cz/04.html>.

Základem elektrárny je nejčastěji betonová armovaná deska. U elektrárny, která má sloup vysoký 75 m má základ rozměry 10 x 10 x 5 m.¹⁵ Větrné elektrárny, které jsou budovány na moři, mají základ přímo na dně. V současnosti se budují i plovoucí elektrárny, které jsou k mořskému dnu ukotveny lany.¹⁶

Výška sloupu větrné elektrárny musí být taková, aby turbína byla nad pásmem přízemních větrných turbulencí. Jeho síla se určuje podle váhy turbíny a síly větru. Sloup je postaven nejčastěji jako dutý kužel, který se někdy kombinuje se železobetonovým tubusem. V případě potřeby umístění turbíny do větší výšky, je sloup postaven z příhradové konstrukce. Aby sloup lépe odolával povětrnostním vlivům, je příhradový nosník potažen sklolaminátovými pláty. Uprostřed sloupu vede elektrické vedení a schodiště nebo žebřík.¹⁷

Dalším prvkem větrné elektrárny je gondola. Ta se skládá z hřídele, spojky, převodovky a elektrického generátoru. Převodovka v některých větrných elektrárnách bývá nahrazena vícepólovým generátorem s frekvenčním měničem. Takovéto zapojení má vyšší účinnost, ale nevýhodou je potřeba transformace vysokofrekvenční elektřiny na stejnosměrný proud a dále na střídavý proud o frekvenci 50 Hz.¹⁸ Napětí je transformováno dle potřeb okolní přenosové soustavy v objektu elektrárny. Další možností je využití převodovky s plynulou regulací a konstantními otáčkami generátoru, dvourychlostní převodovkou nebo turbínou, kde se regulace otáček provádí jen natáčením lopatek.¹⁹ Stejnosměrný generátor, který vyrábí proud o napětí 12 až 24 V, se používá jen u malých elektráren (malé nebo osamocené stavby).

Poslední částí větrné elektrárny jsou lopatky. Lopatky slouží k přenosu síly větru na otáčivý pohyb. Aby byl zajištěn plynulý otáčivý pohyb rotoru větrné elektrárny v závislosti na síle větru, jsou lopatky natáčivé. U velkých větrných elektráren jsou lopatky vyrobeny ze sklolaminátu a jsou duté. Otáčky turbíny jsou závislé na počtu lopatek. Nejčastěji se konstruuji větrné elektrárny se třemi lopatkami. Délka lopatek může dosáhnout až 50 m.²⁰ Nevýhodou větrných elektráren bývá často vznik doprovodných zvukových

¹⁵ Vestas : *Wind it means the world to us* [online]. Aarhus (Denmark): Vestas Wind Systems A/S, 2018 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.vestas.com/>

¹⁶ CEJNAROVÁ, A. Jak zkrotit vítr z moře. *Technický týdeník*. 2010, **2010**(11). ISSN 0040-1064.

¹⁷ HAU, Erich. *Wind Turbines: fundamentals, technologies, Applications, Economics*. 2. Berlin: Springer-Verlag, 2006. ISBN 10-3-540-24240-6.

¹⁸ Wikov [online]. Praha: Wikov Industry, 2018 [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: <http://www.wikov.com>

¹⁹ ENERCON GmbH [online]. Bremen (Deutschland): ENERCON, 2016 [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: <https://www.enercon.de/home/>

²⁰ Stožár s unikátním prostorovým rámem. *Technický týdeník*. 2014, **2014**(8), 29. ISSN 0040-1064.

efektů. Tato nevýhoda je častým argumentem obyvatel okolních obcí proti výstavbě nových větrných elektráren.

Rozdělení větrných motorů

Motory větrných elektráren jsou rozděleny podle různých kritérií. Jedním a nejdůležitějším kritériem, který má největší význam na činnost motoru elektrárny je aerodynamický princip. Proto můžeme rozdělit motory větrné elektrárny na odporové a vztahové.

Odporové motory

Odporové motory využívají sílu proudícího větru narážejícího na překážku. Překážka klade proti větru aerodynamický odpor, tím vzniká síla, která se většinou mění na rotační pohyb. Tyto motory mají osu otáčení buď svislou, nebo vodorovnou.

Mezi nepoužívanější větrný odporový motor patří Miskový anemometr. Jeho funkce spočívá v rozdílu odporu větru mezi vypouklou částí a miskovou částí. Misková část má odpor větru 3,5 krát větší, než část vypouklá a tím dochází k roztočení rotoru. Účinnost tohoto motoru je velice nízká, proto se využívá jen pro pohon měřících přístrojů.

Obrázek 3 - Miskový anemometr



Zdroj: <http://www.e-pristroje.cz/pictures/meteo/m305.jpg>

Dalším odporovým motorem, jenž pracuje na obdobném principu je Savonius. Rozdílem je, že plochy, které kladou odpor, jsou válcové a ne kulové. Otáčení rotoru lze regulovat žaluziemi, které nám zvětšují nebo zmenšují velikost odporové plochy. Tyto motory můžeme vidět například u reklamních poutačů.

Vztlakové motory

Mezi vztlakové větrné motory řadíme vrtule. Vzduch, který obtéká listy vrtule, vytváří vztlak, který nám zásadně zvyšuje účinnost motoru. Konstrukce vrtule je většinou třílistá. Můžeme spatřit i konstrukci dvoulistou nebo jednolistou, ale ta musí mít protizávaží. Vrtule se umísťuje buď před gondolu, nebo za gondolu. Pokud se umístí vrtule před gondolu, tak musí mít gondola směrové kormidlo nebo orientační zařízení. U umístění vrtule za gondolou dochází k natáčení samovolně.

Dalším vztlakovým motorem je větrné kolo. Větrná kola mají jednoduché lopatky, kterých může být i několik desítek. Počet lopatek závisí na průměru větrného kola a na požadované rychlosti.

Vliv větrných elektráren

Hluk

S vývojem technického rozvoje postupně dochází ke snižování hlučnosti větrných elektráren. Všichni výrobci větrných elektráren musí dokládat akustické hodnoty na základě měření akreditované zkušebny. V současnosti se hlučnost elektráren pohybuje mezi 100 – 110 dB u paty stožáru a v nejbližším okolí nepřesahuje 70 dB. Se zvětšující se vzdáleností od elektrárny dochází ke snižování hlučnosti. Za bezpečnou vzdálenost se považuje 400 m. Stavební povolení na výstavbu se nevydává, pokud nejsou dodrženy všechny legislativní a hygienické normy (50 dB ve dne a 40 dB v noci).²¹

Hlučnost elektrárny je závislá na síle větru. Při slabém větru je hlučnost malá, protože turbína pracuje na malý výkon. K odstavení turbíny dochází, když vítr přesahuje rychlost 25 m/s. Při kumulaci větrných elektráren (větrných farem) velikost hluku nevzrůstá, stoupne jen o několik decibel. Hodnota hluku z jednotlivých elektráren se nesčítá, ale měří se jako celek.

Vliv na krajinu

Jedním z problémů výstavby větrné elektrárny je výběr vhodné lokality. Tento výběr je závislý na skladbě podloží, musí splňovat větrné podmínky, elektrárna musí být přístupná a musí zde být dostupná rozvodná síť. V zimním období komplikuje provoz elektrárny

²¹ JIRÁSKA, Aleš, Ing. Hluk větrných elektráren. *ČSVE - Větrné elektrárny: Větrná energie*[online]. Praha: Česká společnost pro větrnou energii, 2013 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: http://www.csve.cz/pdf/cz/Hluk_vetrnych_elektraren.pdf

námraza, která může mít za následek i odstavení elektrárny. Zákaz výstavby větrných elektráren je vydán pro 1. zónu národních parků a chráněná území. Dalším problémem je i posouzení na změnu krajinného rázu. Stojany na kterých je umístěna turbína se dále využívají pro instalaci vysílačů. Vysoké větrné elektrárny se stávají dominantou v okolní krajině, proto je velice důležité při posuzování užitku výroby ekologické energie citlivě zvážit všechna její pozitiva a negativa. Elektrárny jsou bezúdržbové, neprodukují žádný odpad, nepoškozují okolní krajinu a dají se po ukončení své životnosti snadno demontovat.

Vliv na zvěř a ptactvo

Negativní vliv větrných elektráren na ptactvo a zvířata nebyl prokázán. Na zvýšený hluk kolem elektráren si zvířata přivyknou, proto nedochází ani k její migraci. Zcela výjimečně dochází i ke střetu ptáků lopatkami.

Stroboskopický efekt

Stroboskopický efekt vzniká převážně v zimních měsících. V těchto měsících je slunce nízko a sluneční paprsky dopadající na listy vrtule vytvářejí pravidelné střídání světla a stínu. U velkých větrných elektráren je tento negativní vliv eliminován buď natáčením rotoru, nebo dostatečnou vzdáleností od obyvatelstva.

Vliv na televizní a radiový signál

Negativní vliv na televizní a radiový signál bývá jen v blízkosti větrných elektráren. Při dosažení dostatečně velké vzdálenosti od obyvatelstva se odchylky v přijímačích vyrovnávají. Aby se tento negativní vliv eliminoval, tak se lopatky vyrábějí z nevodivého materiálu.

Vliv na klima

Každý obnovitelný zdroj včetně energie z větru vlastně svým způsobem chrání životní prostředí. Tyto technologie neprodukují žádné emise, skleníkové plyny a jiné škodlivé látky zapříčiňující tvorbu kyselých dešťů, které mohou negativně ovlivňovat zdraví lidí, nevratně poškodit lesní porosty, konstrukce, budovy atd.

Návratnost investic vložených do výstavby větrné elektrárny je poměrně rychlá, běžně se pohybuje kolem 10 let od uvedení do plného provozu. Odpůrci obnovitelných zdrojů včetně větrných elektráren tvrdí, že je nutné zálohovat tyto zdroje z důvodu nestálosti povětrnostních podmínek a tím dojde k prodražení výstavby. Zálohování větrných elektráren

není problémem, protože se provádí dodávkou energie z jiného zdroje, který není závislý na větrné energii. Největší spotřeba elektrické energie bývá v zimním období, kdy je i nejvíce větrných dní. Toto je výhodou větrné elektrárny, že může hlavně pracovat v období největší spotřeby elektrické energie.

3.1.3 Energie z vody

Energie z vody patří mezi nejstarší zdroj energie ve světě. První informace o využívání vodní energie se datují do období 600 let před našim letopočtem, kdy v Mezopotámii využívali zemědělci vodní energii k čerpání vody. Tuto načerpanou vodu dále využívali k zavlažování svých polí. Voda se také využívala k pohonu vodních kol, hamrů nebo pil.²² První zmínky o vodním mlýnu v České republice spadají do roku 718. Tento mlýn byl vybudován u Žatce na řece Ohři.²³

Rozvoj využití vodní energie nastal v 18. století. V tomto století byly popsány první principy vodních strojů např.:

- Johan Andreas Senger – sestrojil kolo, které se za pomoci vodní energie umí otáčet
- Daniel Bernoulli – položil základy hydrodynamiky, popsal proudění kapalin
- Leonard Euler – ve svých dílech popsal základní princip turbín

Velkým problémem při provozu zdroje využívajícího vody k výrobě energie je závislost na množství vody v průběhu roku. Rozvoji hydroenergetiky v dávných dobách bránilo umístění zdrojů a distribuce elektřiny na větší vzdálenosti, proto byla elektrická energie z počátku využívána jen v místě její výroby. K přelomu došlo až na počátku 20. století, kdy se započalo s výstavbou elektrizační soustavy. Tato výstavba měla hlavní vliv na rozvoj využívání vodní energie.

Účinnost výroby elektrické energie za pomoci vodního kola se pohybovala mezi 20 – 50 %. Na přelomu 19. a 20. století docházelo k nahrazení vodního kola vodními turbínami např.:

- Francisova turbína
- Peltonova turbína

²² KUTIŠ, Petr. *Hodnocení úrovně provozu a hospodaření vybrané teplárny*. Praha, 2017. Bakalářská práce. ČZU. Vedoucí práce Prof. Ing. Homolka Jaroslav, CSc.

²³ BOUŠKA, Jan, Ing. *Historie výroby elektřiny*. SPVEZ, z.s. [online]. Praha: SPVEZ, 2018 [cit. 2018-12-15]. Dostupné z: http://www.spvez.cz/pages/history/history_01.htm#TOP

- Kaplanova turbína
- Bánkiho turbína
- Dériazova turbína

Při použití těchto turbín se účinnost zvýšila na 85 – 90 %.

První vodní elektrárna v České republice byla uvedena do provozu v roce 1888 v Jindřichově Hradci. Postupně docházelo i k výstavbě dalších menších zdrojů a výstavbě vlastních rozvodných sítí. Z důvodu vysokých nákladů při výstavbě byly tyto sítě budovány ve spolupráci několika závodů nebo obcí.

Podstatnou úlohu v rozvoji hydroenergetiky zaujímá skutečnost, že Česká republika leží na rozvodí tří moří. Velké řeky u nás pramení, a proto velká část energie je rozptýlena v malých řekách. Za hranice naší země odejde ročně 6,8 GWh nevyužitá vodní energie jak z malých vodních toků, tak z velkých.²⁴ Toto byl jeden z důvodů, proč byly malé vodní elektrárny stavěny přednostně před velkými. Na konci první světové války se výkony vodních elektráren pohybovaly od 10 do 100 kW, výjimkou byly elektrárny ve Vyšším Brodě, Praze a v Poděbradech, kde výkon elektráren přesáhl 1 MW. Přijetím elektrizačního zákona v roce 1919 došlo ke zrychlení rozvoje výroby elektrické energie z vody. Podle inventury, která byla provedena v roce 1930, mělo Československo 11 785 hydroelektráren.²⁵ Po roce 1930 docházelo k výstavbě i velkých elektráren např. Vranov nad Dyjí, Střekov, Vrané a v té době zatím největší vodní elektrárna Štěchovice I, která měla výkon 22,5 MW.

Po ukončení II. světové války byly budovány další vodní elektrárny. Na přelomu padesátých let dvacátého století došlo ke znárodnění vodních elektráren a vznikly České energetické závody (ČEZ). Tento velký podnik neměl o malé vodní elektrárny zájem a tak pod ČEZ přešlo jen 152 větších malých vodních elektráren s celkovým výkonem kolem 82 MW. Ostatní malé vodní elektrárny byly v držení JZD, MNV nebo znárodněných podniků. Větší část z těchto zdrojů postupně dosloužila nebo ukončila svůj provoz.

Ve druhé polovině dvacátého století dochází velkému rozvoji výstavby velkých elektráren, hlavně s velkými zásobními nádržemi. Z těchto elektráren můžeme jmenovat např. Slapy, Lipno I a II, Orlický a Kamýk. Tuto soustavu vodních elektráren nazýváme Vltavská kaskáda. Tato kaskáda měla instalovaný výkon 750 MW. Soustava vltavských

²⁴ PAŽOUT, František. *Malé vodní elektrárny I: Ekonomika - předpisy*. Praha: SNTL, 1987.

²⁵ BOUŠKA, Jan, Ing. *Historie výroby elektřiny. SPVEZ, z.s.* [online]. Praha: SPVEZ, 2018 [cit. 2018-12-15]. Dostupné z: http://www.spvez.cz/pages/history/history_01.htm#TOP

elektráren je u nás jedinečná jak z hlediska naakumulované vody, spádů, tak z hlediska průtoků. Největší zásobu vody má vodní dílo Orlík 374,4 mil. m³ a největší spád je mezi vodním dílem Orlík a vodním dílem Slapy tj. 163,6 m.²⁶

Po roce 1980 byl útlum ve výstavbě nových klasických vodních elektráren. Tehdejší veřejná správa se zaměřila na výstavbu přečerpávacích elektráren např. Dalešice, Dlouhé stráně nebo Štěchovice II. V tomto období dochází také k uvolnění výstavby malých vodních elektráren do výkonu asi 35 kW. Přečerpávací elektrárna Dalešice má výkon 450 MW. Součástí této elektrárny je vyrovnávací nádrž Mohelno. Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně byla uvedena do provozu v roce 1996. V elektrárně byly nainstalovány dvě reverzní Francisovy turbíny o celkovém výkonu 2 x 325 MW.²⁷ Ve stejném období proběhla též výstavba nové přečerpávací elektrárny Štěchovice II. Původní soustrojí (Štěchovice I 2 x 21 MW) bylo nahrazeno reverzní Francisovou turbínou o výkonu 45 MW.

Po politických změnách na konci dvacátého století dochází k uvolnění soukromého podnikání v oblasti MVE. Dochází ke zrušení omezení výroby a podnikatelé dostávají možnost budovat nebo obnovovat vodní elektrárny bez administrativních omezení. Dochází též k částečné privatizaci malých vodních elektráren, které doposud byly ve vlastnictví státu.

Největším impulsem k rozvoji malých vodních elektráren byla nová legislativa např. Energetický zákon č. 458/2000 Sb., Vodní zákon č. 254/2001 Sb. nebo Zákon o podpoře výroby energie z obnovitelných zdrojů č. 180/2005 Sb. Tyto zákony měly za následek, že se k r. 2011 zvýšil instalovaný výkon u malých vodních elektráren o 103 MW.

Vodní turbíny a jejich členění

Nejvýznamnější hydrodynamické motory jsou vodní turbíny. Pracovním prvkem vodních turbín je oběžné kolo. Hydroenergetika využívá více druhů turbín, které se používají dle podmínek, ve kterém budou použity. Použití vhodného typu turbíny je závislé na:²⁸

- Způsobu přenosu energie
 - Přetlaková

²⁶ Slapy: Obnovitelné zdroje. *Skupina ČEZ* [online]. Praha: ČEZ, 2018 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/slapy.html>

²⁷ Dlouhé Stráně: Obnovitelné zdroje. *Skupina ČEZ* [online]. Praha: ČEZ, 2018 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/dlouhe-strane.html>

²⁸ ŠAMÁNEK, Libor. Malé vodní elektrárny - proč, kde a jak?. *Alternativní energie* [online]. 2001, **2001**(6), 6 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: https://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/male_vodni_elektrarny_proc_kde_a_jak.pdf

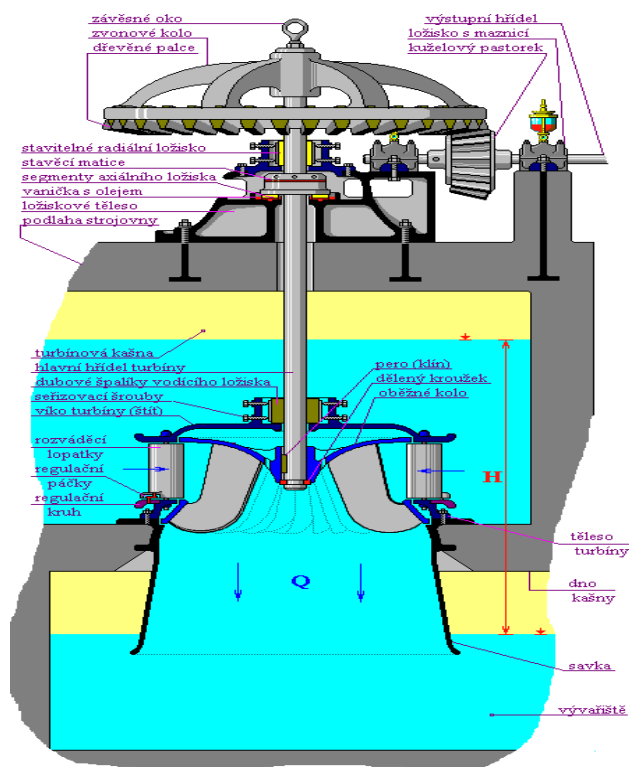
- Rovnotlaká
- Mezní
- Průtoku vody oběžným kolem
 - Axiální
 - Radiálně – axiální
 - Tangenciální
 - S dvojitým průtokem
- Poloze hřídele
 - Horizontální
 - Vertikální
 - Šikmé
- Měrné energii a výkonu
 - Nízkotlaké
 - Středotlaké
 - Vysokotlaké
- Vstupní části turbíny
 - Spirální
 - Kašnová
 - Kotlová
 - Násosková
 - Přímoproudá.

Francisova turbína

Francisova turbína je nejvyužívanějším typem přetlakových turbín. Tato turbína je radiálně - axiální tzn., že voda prochází oběžným kolem nejdříve radiálně, a když se přiblíží k ose, tak se směr průtoku změní na axiální. Lopatky oběžného kola jsou pevně spojeny s kotoučem kola a věncem. Regulace se provádí natáčením lopatek rozváděcího kola. Uspořádání stroje může být vertikální nebo horizontální.²⁹ Francisova turbína se používá jako reverzibilní stroj.

²⁹ Francisova turbína. *Abeceda malých vodních pohonů* [online]. Praha: Internet Info, 2018 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/pretlakoveturbiny/francis-vertik.htm>

Obrázek 4 - Francisova turbína



Zdroj: <http://mve.energetika.cz/pretlakoveturbiny/francis-vertik.htm>

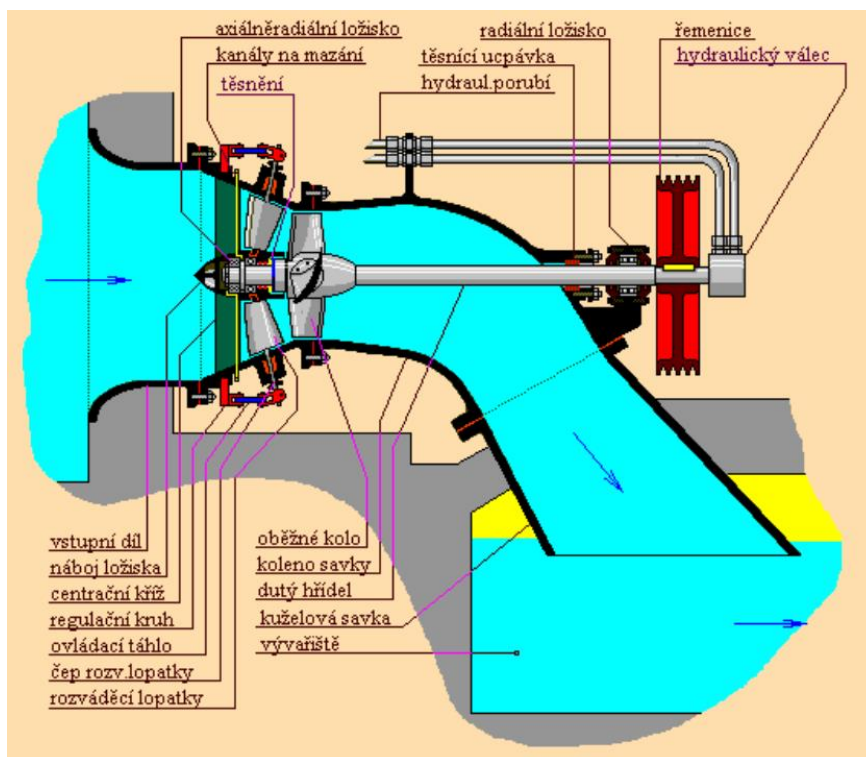
Kaplanova turbína

Kaplanova turbína je přetlaková stejně, jako Francisova turbína. Turbína je axiální. Na rozdíl od Francisovy turbíny jsou natáčecí lopatky na oběžném i rozváděcím kole. Tyto lopatky se natáčejí hydraulicky, u menších strojů se mohou natáčet i mechanicky. Turbína se skládá z rozváděcího kola, oběžného kola, ze spirály a savky. Vertikální uspořádání se používá u velkých soustrojí a u malých soustrojí, s ohledem na stavební uspořádání, je horizontální.³⁰ V praxi se používají i jiné varianty regulace, které vycházejí z původní Kaplanovy turbíny:

- Pevné lopatky oběžného kola a natáčecí lopatky rozváděcího kola
- Natáčivé lopatky oběžného kola a pevné lopatka rozváděcího kola
- Pevné lopatky oběžného i rozváděcího kola.

³⁰ VODNÍ TURBÍNY. *VODNÍ TURBÍNY* [online]. Mladá Boleslav: Vodní turbíny, 2018 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <http://www.vodniturbiny.cz/index.php?linkid=08>

Obrázek 5 - Kaplanova turbína



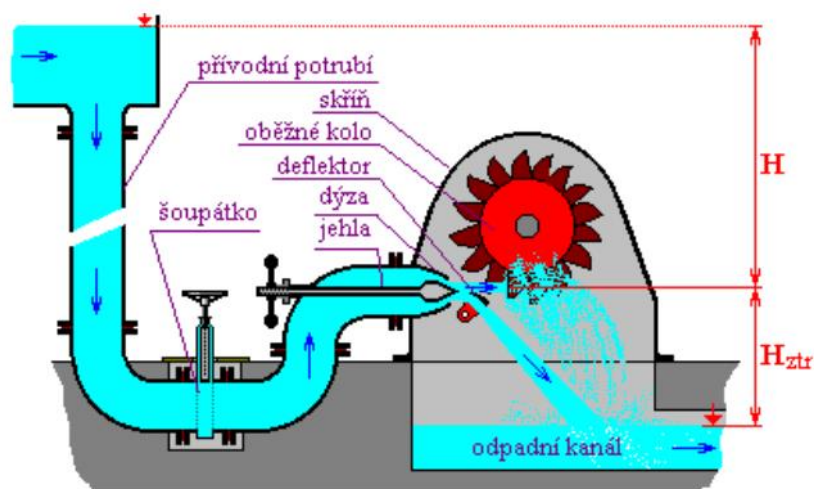
Zdroj: <http://mve.energetika.cz/pretlakoveturbiny/kaplan-s.htm>

Peltonova turbína

Peltonova turbína je rovnotlaká s tangenciálním vstupem proudu vody na oběžné kolo. Voda na lopatky oběžného kola vstupuje jednou nebo více dýzami. Lopatky mají korečkový tvar s dělicím břitem. Dále pak voda padá na vodní hladinu. Výkon turbíny můžeme regulovat otvíráním nebo zavíráním otvoru dýzy. K tomu nám pomáhá pohyb regulační jehly. Pro rychlé odstavení turbíny se používá deviátor (dochází k odklonu vodního paprsku) nebo deflektor (dojde k odřezání paprsku) spolu s uzavřením dýzy regulační jehlou.³¹ Nejčastější uspořádání Peltonovy turbíny bývá horizontální.

³¹ Peltonova turbína. *Abeceda malých vodních pohonů* [online]. Praha: Internet Info, 2018 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/primotlaketurbin/pelton.htm>

Obrázek 6 - Peltonova turbína



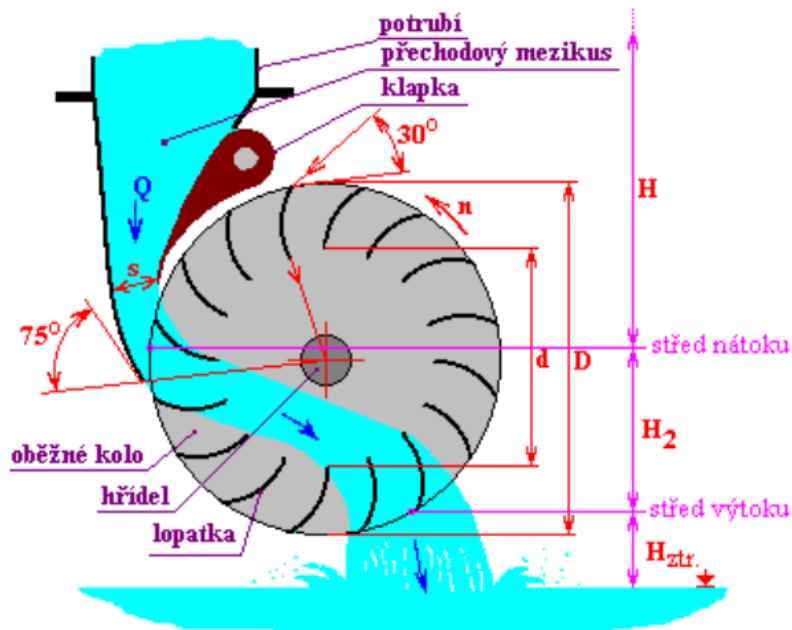
Zdroj: <http://mve.energetika.cz/primotlaketurbiny/pelton.htm>

Bánkiho turbína

Bánkiho turbína je rovnotlaký typ turbíny. Turbína je specifická v tom, že oběžné kolo má pevné lopatky mezi kruhovými deskami. Tato konstrukce nám umožňuje dvojitý průtok vody přes oběžné kolo. Nejprve ze vstupu přes oběžné lopatky do středu kola (dostředivý průtok) a poté ze středu do výstupní části turbíny (odstředivý průtok). Regulace turbíny se provádí uzavíráním nebo otevíráním vstupní klapky.³²

³² Bánkiho turbína. *Abeceda malých vodních pohonů* [online]. Praha: Internet Info, 2018 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/primotlaketurbiny/banki.htm>

Obrázek 7 - Bánkiho turbína



Zdroj: <http://mve.energetika.cz/primotlaketurbiny/banki.htm>

Dérazova turbína

Dérazova turbína pracuje na principu Kaplanovy turbíny. Je to nové řešení z r. 1950. Od Kaplanovy turbíny se odlišuje tím, že osa pootáčení oběžných lopatek je k ose kola natočena o $30 - 60^\circ$. Do oběžného kola jsou lopatky vloženy na kónickém náboji.³³ Lopatky rozváděcího kola i oběžného kola se natáčejí. Tato turbína je technicky náročnější než Kaplanova.

Malé vodní elektrárny

Mezi malé vodní elektrárny řadíme ty, které mají výkon do 10 MW. Tyto malé vodní elektrárny můžeme dále rozdělit:³⁴

- Domácí s výkonem do 35 kW
- Mikroelektrárny s výkonem od 35 kW do 100 kW
- Minielektrárny s výkonem od 100 kW do 1 MW
- Průmyslové vodní elektrárny s výkonem od 1 MW do 10 MW

³³ Vodní turbíny. *Mechatronika: Úvod* [online]. Podbořany: Gymnázium a Střední odborná škola, Podbořany, příspěvková organizace, 2018 [cit. 2018-10-25]. Dostupné z: http://mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-str-10.01_vodniturbiny.pdf

³⁴ ŠKORPIL, Jan a Milan KASÁRNÍK. *Obnovitelné zdroje energie*. Plzeň: Západočeská univerzita, 1997. ISBN 80-708-2384-4.

Další třídění malých vodních elektráren může být podle systému soustředění vodní energie:

- Přehradní a jezové
- Derivační
- Přehradně – derivační
- Přečerpávací

Přehradní a jezové elektrárny

Mezi přehradní a jezové elektrárny řadíme ty, které používají vzdouvací zařízení např. jez nebo přehradu k soustředění spádu. Spád ještě můžeme navýšit prohloubením koryta pod jezem. Jezovou elektrárnu můžeme umístit buď do tělesa jezu (pilířová vodní elektrárna), nebo v jeho blízkosti (břehová vodní elektrárna).³⁵

Možnost využití vyššího vzduší a možnost akumulace průtoku využívají přehradní elektrárny. Tělesa přehrad musí být nepropustná, proto jsou nejčastěji postaveny z betonu nebo ze sypaných zemin. Vodní nádrže mají tři úrovně hladiny. První úroveň hladiny (ochranný prostor) slouží k zadržení velkého množství vody např. při povodních. Druhá úroveň hladiny se nazývá užitečný (zásobní) prostor. Tento prostor zajišťuje akumulaci vody. Třetí úroveň je stálý prostor. Je to prostor mezi dnem a dolní hladinou užitečného prostoru. Ve vodních elektrárnách, které jsou umístěny u přehrad, musí být vtok k turbíně umístěn pod spodní hladinou užitečného prostoru. Strojovny elektráren bývají nejčastěji umístěny u vzdušné paty přehrad. Další variantou bývá umístění strojovny částečně nebo úplně do tělesa přehrad, ale mimo přelivy. Poslední variantou může být umístění strojovny přímo pod přelivy u paty přehrad.

Derivační elektrárny

Derivační elektrárny využívají spádu, kterého dosáhneme pomocí derivace, tzn., že odkloníme část původního toku, přivedeme ho k turbínám a potom ho opět vrátíme do původního koryta. Derivaci můžeme vést podél toku, nebo může zkracovat oblouk řeky.³⁶ Derivačním přivaděčem nejčastěji bývá kanál. Dalšími možnostmi derivace bývá také štola

³⁵ VOJÁČEK, Antonín. Vodní elektrárny - mikro, malé i velké - druhy, principy, provedení: Automatizace.HW.cz. *Automatizace.HW.cz: Elektronika v automatizaci* [online]. Praha: HW server, 2014, 13. 12. 2006 [cit. 2018-10-25]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2006121301>

³⁶ 0122 - Derivační vodní elektrárna. *Skupina ČEZ* [online]. Praha: ČEZ, 2018 [cit. 2019-02-08]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/hesla/deriv_vod_el.htm

nebo potrubí. Vzdouvacím zařízením bývá jez, ten má za úkol zadržovat vodu a přivádět jí do derivace.

Přehradně – derivační

Vzdouvacím zařízením u přehradně - derivačních elektráren je přehrada. Přehrada zajišťuje potřebný spád a průtok. Voda je pak vedena potrubím v tělese přehrady k turbínám. Tento přívod se skládá z přivaděče, který má malý sklon, pak následuje vyrovnávací komora a pak následuje tlakové potrubí s velkým sklonem. Tyto elektrárny se budují velmi často jako podzemní.

Přečerpávací elektrárna

Přečerpávací elektrárny pracují na principu výroby elektrické energie při energetické špičce. Při přebytku elektrické energie, vodu ze spodní nádrže přečerpá zpět do horní nádrže.³⁷ Akumulace vody může být buď sekundární, nebo smíšená. Sekundární akumulace znamená, že horní nádrž nemá přirozený přítok. Smíšená akumulace znamená, že kromě přítoku z přečerpávání využívá také přirozený přítok. Při smíšené akumulaci je horní nádrž vystavěna jako přehrada a na výrobu elektrické energie využívá primárně přirozený přítok a sekundárně přítok z přečerpávání z dolní nádrže.

V současné době se využívá dvoustrojové uspořádání (turbína slouží nejen jako turbína, ale i jako čerpadlo). Toto uspořádání má výhodu v tom, že má nižší pořizovací náklady a malou stavební výšku.

Obrázek 8 - Schéma přečerpávací elektrárny



Zdroj: <https://edu.techmania.cz/cs/veda-v-pozadi/663>

³⁷ Dlouhé Stráně: Obnovitelné zdroje. Skupina ČEZ [online]. Praha: ČEZ, 2018 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje/voda/dlouhe-strane.html>

3.1.4 Energie Země

Prvotní geotermální energii získala naše planeta již při svém vzniku. Tuto energii doplňuje také Slunce a vnitřní působení chemických a fyzikálních procesů uvnitř planety. Tak tomu bylo a bude ještě několik miliard let. Veškerá získaná energie se uvolňuje postupně, proto jí můžeme prakticky využívat. Geotermální energie by se měla využívat s citem, aby byl zajištěn udržitelný rozvoj a také aby bylo zajištěno pokračování všeho života.

Charakteristika geotermální energie

Geotermální energie je dobře regulovatelná, stálá a dostupná kdekoliv. Tuto získanou energii můžeme využívat buď napřímo nebo převodem. Napřímo energii můžeme využít k vytápění nejen budov, ale i dokonce celých měst ve formě centrálního zásobování teplem. Elektrickou energii získáváme z geotermální převodem. Oba tyto způsoby využívání energie mohou zásadně přispět k energetické nezávislosti.

Zdroje energie

Hlavním zdrojem tepelné energie je teplo získané při vzniku planety. Teplo vystupuje ze středu Země na povrch. Jádro planety získalo svou vysokou teplotu ze srážek materiálů, kdy se kinetická energie přeměnila na teplo. Zemská kůra je také ohřívána teplem, které vzniká při rozpadu radioaktivních izotopů jakým je například uran ^{235}U a ^{238}U .³⁸ Tyto izotopy obsahuje především žula v poměrně vysoké koncentraci.

Dalším zdrojem energie naší planety je energie získaná od Slunce. Slunce dodává energii naší planetě více jak 4,5 miliardy let. Sluneční energie navyšuje potenciál geotermální energie tím, že se akumuluje v povrchových vrstvách zemské kůry a také v atmosféře.

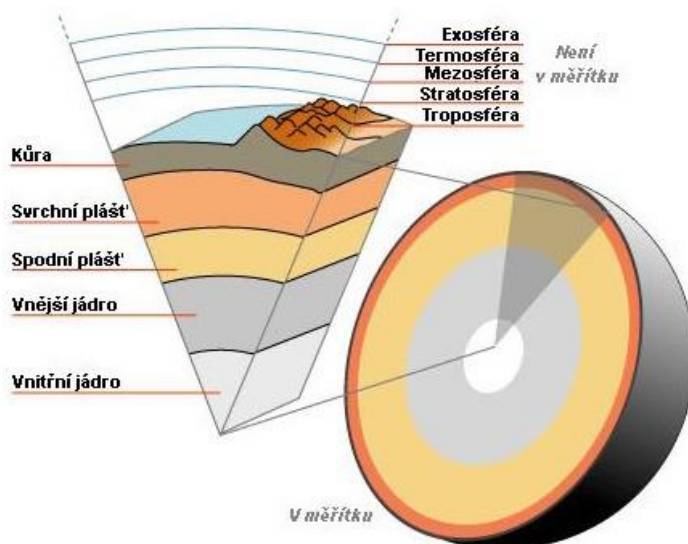
Mezi poslední zdroj geotermální energie patří teplo, které vzniká při geochemických procesech a také teplo které vzniká při rotaci Země.

³⁸ BENDA, Vítězslav. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Profi Press, 2012. ISBN 978-8086726-48-9.

Zemské vrstvy

Naše planeta Země je mírně zploštělá koule otáčející se kolem vlastní osy. Země má hodně zemských vrstev, které mají značný význam pro objasnění energetické rovnováhy a geotermie. Tyto vrstvy mají velký geotermální význam, tzn. pro pohyb tepla.

Obrázek 9 - Průřez planety Země



Zdroj: <http://vtm.e15.cz/aktuality/cesta-do-nitra-planety-zeme>

Fyzikální charakteristiky

Mezi primární charakteristiky, které se používají v geotermii patří tepelný tok, teplotní přestupnost, tepelná vodivost, radioaktivní produkce tepla a gradient teploty.³⁹

Teplo z nitra Země je k povrchu přenášeno buď prouděním (konvencí), vedením (kondukcí) nebo zářením. V jádru Země jsou horniny v roztaveném stavu, proto je zde přenos tepla velmi účinným mechanismem. Čím více se blížíme k povrchu, tím se stává materiál chladnější a málo viskózní a teplo se přenáší vedením. Na přechodu zemských vrstev vznikají velké tlaky a tím dochází na některých místech k uvolnění této energie (k sopečné činnosti). Tekuté magma vyvěrá na povrch, kde poté chladne.

Abychom poznali, jakým způsobem se pohybuje teplo v horninách, musíme znát tepelnou vodivost těchto materiálů. Jedná se o schopnost materiálů vést teplo, nebo množství tepla, které prošlo horninou za určitý čas.

³⁹ Geologická encyklopedie. Úvod - Česká geologická služba [online]. Praha: Česká geologická služba, 2007 [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl>

Další fyzikální veličinou je teplotní přestupnost. Tato veličina je určena součinitelem přestupu tepla. Na tento součinitel má významný vliv sálání a proudění. Čím je tento součinitel vyšší, tím je přestupnost z teplého materiálu na studený vyšší.

Gradient tepla nám vyjadřuje, jakým způsobem se mění teplota s hloubkou. Je to průměrná hodnota nárůstu tepelné energie v určitém úseku.

Mezi poslední fyzikální veličiny můžeme zařadit radioaktivní produkci tepla. Materiály, které jsou v zemské kůře, obsahují různé množství radioaktivních minerálů. Tyto radioaktivní minerály produkují teplo a tím dochází k navýšení tepelného toku, proto může geotermální energie lépe pronikat na povrch. Na některých místech naší planety tato energie slouží jako hlavní zdroj tepelné energie.

Možnosti využití geotermální energie

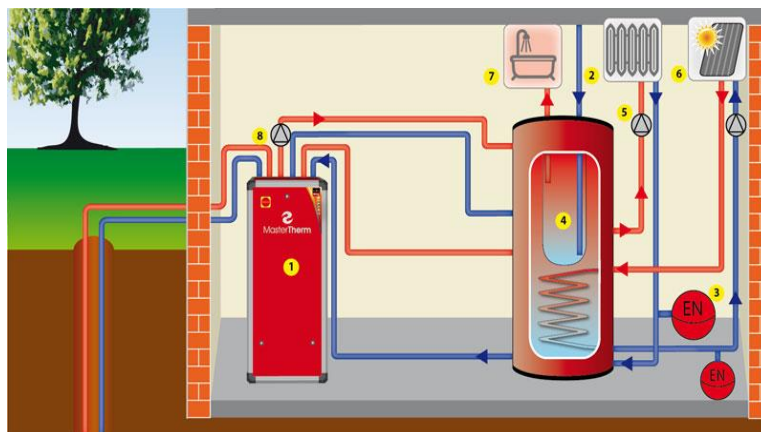
Možnosti využívání geotermální energie můžeme rozdělit do tří skupin. Zařazení do skupin je závislé na teplotě zdroje.

Nízkoteplotní zdroje

Mezi nízkoteplotní zdroje řadíme například tepelná čerpadla. Tepelná čerpadla využívají teplotu do 100 °C. První zmínky o tepelném čerpadle pocházejí z konce 19. století, kdy Wiliam Kelvin zkonstruoval první tepelné čerpadlo. K většímu rozvoji tepelných čerpadel dochází až koncem 20. století.

Tepelné čerpadlo získává teplo z vnějšího prostředí, kterými jsou podzemní a povrchová voda, vzduch, horniny a zeminy. Získané teplo je dále předáváno do topného systému. Principem činnosti je přeměna skupenství chladiva uvnitř okruhu čerpadla.

Obrázek 10 - Schéma funkce tepelného čerpadla



Zdroj: <https://www.solarenavi.cz/a-47-tepelna-cerpadla-zeme-voda-hlubinne-vrty.html>

Na obrázku je ukázáno, jak tepelné čerpadlo získává teplo pomocí hloubkového vrtu. Tomuto způsobu získávání tepla říkáme země-voda. Ve vrtu je umístěn kolektor (polyetylenové trubky, které mají tvar „U“), který slouží jako výměník. Teplonosným médiem je voda s technickým lihem (nemrznoucí směs). Tato voda nepřichází do styku s horninou, protože cirkuluje v uzavřeném okruhu. Voda přebírá teplo od hornin (jedná se o 4 – 5 °C) a předává ji chladivu. Chladivo cirkuluje v okruhu čerpadla. Chladivo dále prochází výparníkem, kde dochází k jeho odpařování. Tyto páry nasává kompresor čerpadla, kde dochází ke stlačení par a tím k zahřívání. Ohřáté páry postupují do kondenzátoru. V kondenzátoru horké páry předávají svou tepelnou energii topnému systému vytápěného objektu a tím dojde ke zkapalnění par. Zkondenzované páry procházejí přes expanzní ventil, kde se chladivo rozpíná a silně ochladí. Chladivo projde dále výparníkem a celý proces se opakuje. Do topného systému se zařazuje zálohový zdroj, protože topný výkon se dimenzuje asi na 30 % tepelných ztrát daného objektu. Jako zálohový zdroj používáme buď plynový, nebo elektrický kotel.

Podle formy primárního zdroje můžeme tepelná čerpadla rozdělit na:

- voda – voda (vzduch)
- země – voda (vzduch)
- vzduch – voda (vzduch).

Forma použití primárního zdroje je závislá například na ekonomice. Velký důraz musíme klást na návratnost svých investic.

V systému voda – voda se využívá tepelná energie z podzemní vody. Tento systém můžeme použít nejen pro vytápění objektu, ale také pro ohřev užitkové vody. Zdrojem vody bývají především hlubinné vrty. Čerpadlo čerpá vodu z prvního vrtu, výměník odebere tepelnou energii a ochlazená voda se vrací do vsakovacího vrtu.

Dalším využívaným systémem je země – voda. Tento systém je založen na principu odběru tepla z hornin nebo z půdy, kde cirkuluje směs vody s technickým lihem. Tato forma výměny tepelné energie se může použít skoro kdekoli i na malém pozemku. Tento systém můžeme dále rozdělit pole typu použitého výměníku, a jestli používají svislý nebo vodorovný výměník. Svislý výměník se využívá ve světě při získávání tepelné energie z hornin, hlavně ve Švédsku, Německu, Švýcarsku a v USA. Vrty dosahují hloubky 150 m nebo až 300 m. Vrty s větší hloubkou jsou velmi finančně náročné. Tento systém je výhodnější pro velké objekty jakými mohou být například školy, penziony, hotely nebo

nemocnice. Vodorovný výměník se převážně využívá při odebrání tepelné energie z půdy. Tyto instalace nejsou oproti předchozímu způsobu tak finančně náročné. Hlavním omezením při této aplikaci je velikost pozemku a nemožnost tento pozemek osázet vegetací.

V současné době je často využívaným systémem vzduch – voda. Tento systém pracuje na principu odebrání tepelné energie ze vzduchu. Toto řešení je vhodné pro objekty s malou plochou pozemku. V USA se též využívá systém vzduch – vzduch. Výhodou těchto systémů jsou nízké pořizovací náklady, protože nemusíme přikupovat žádný výměník ve formě kolektoru.

Posledním využívaným systémem je voda – voda. Jako zdroj tepla zde můžeme využívat přírodní nebo umělé nádrže, vodní toky nebo přírodní kanály. Do těchto zdrojů je zavedena smyčka z polyetylenových trubek od tepelného čerpadla. V potrubí cirkuluje směs vody s technickým lihem. Tato směs přebírá tepelnou energii, která je dále přiváděna do tepelného čerpadla.

Tepelné čerpadlo můžeme využívat nejen k vytápění objektů, ohřevu užitkové vody, ale i například jako klimatizaci. Abychom došli ke správnému rozhodnutí, jaký systém použít, je nutné posouzení odborné firmy. Tato firma zpracuje odborný projekt. Při návrhu systému se vychází z tepelných ztrát a množství užitkové vody, které budeme ohřívat. Největším objektem v České republice, který je vytápěn pomocí tepelných čerpadel, je sportovní hala v Opavě. Je zde namontováno osm tepelných čerpadel, které využívají 81 vrtů. Vrty mají hloubku 100 m. Tepelná čerpadla vytápějí nejen sportovní halu, teplou užitkovou vodu, ale slouží i pro dohřívání vody v bazénu.

Středně teplotní zdroje

Tam, kde je zapotřebí velkého objemu tepla se využívá vrtů s většími průměry, nuceným oběhem a výstřední trubkou. Tímto způsobem můžeme získat zdroj o tepelném výkonu až stovky kW, využívá se například při vytápění a chlazení velkých průmyslových hal.

Pro získávání tepla z větší hloubky se používají dva vrty, kdy jeden vrt je čerpací a druhý vtlačovací. Čerpací vrt přivádí vodu přímo k výměníku tepla, kde voda předá svou tepelnou energii a po ochlazení je vtlačována zpět do podzemí, abychom zajistili dostatek vody pro další čerpání. Vrty mají hloubku až 1500 m. Vzdálenost těchto dvou vrtů je závislá na hydrogeologických podmínkách. V místech kde je malé množství vody se využívá uzavřený okruh, ale jen v případě, že horniny mají dostatečnou tepelnou kapacitu.

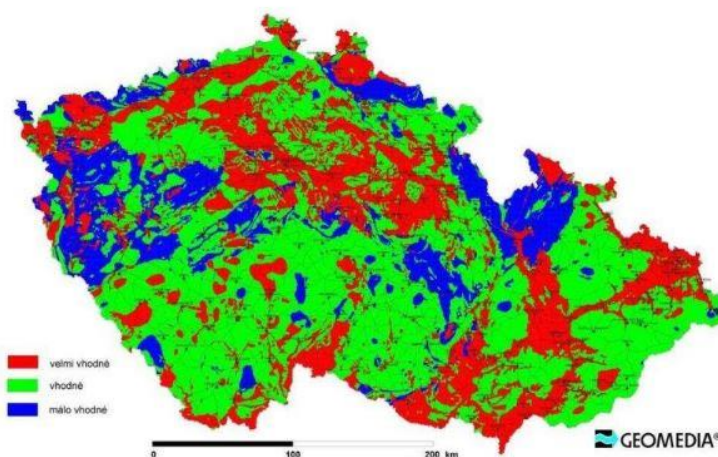
Vysokoteplotní zdroje

Vysokoteplotní zdroje využíváme v lokalitách, které mají dobré geologické složení hornin, vhodné teplotní parametry, příznivé hydrogeologické podmínky, výskyt a cirkulaci vody a plynů a dobré podmínky pro výstup tepla z hloubky země. Tyto zdroje nejsou na naší planetě rozmístěny rovnoměrně a výskyt těchto zdrojů je podmíněn řadou faktorů. Mezi tyto faktory patří např. hloubka pánevních struktur, propustnost jednotlivých vrstev, zakrytí dobře vodivých hornin méně teplotně vodivými horninami atd. Tento proces zjišťování vhodných podmínek, je závislý na velmi dobré spolupráci mezi různými vědními obory, jakými jsou geologie, geochemie, hydrogeologie, fyzika a matematika.

Geotermální energie v ČR

Česká republika má málo vhodných hydrotermálních struktur, proto je potřeba se zaměřit na využívání nízkoteplotních zdrojů. V dnešní době využívají tepelná čerpadla asi 150 MW a první geotermální elektrárna je jen v přípravné fázi. Na základě podkladů z průzkumných vrtů je možné vytipovat několik lokalit, které by byly vhodné pro využití geotermální energie. Abychom mohly geotermální energii více využívat, je potřeba získat nemalé finanční prostředky a vypracovat technicko - ekonomické analýzy. Rozmístění vytipovaných lokalit na území České republiky nám ukazuje obr. č. 11.

Obrázek 11 - Geotermální potenciál České republiky



Zdroj: https://www.geocore.cz/produkty-obnovitelne-zdroje/mapa-vhodnosti-vrtu_online/

Intenzivnější proteplení je oblastech s výskytem minerálních vod. Minerální vody dosahují teploty 70 °C a jsou lázeňsky využívány. Tato teplota nám říká, že voda vyvěrá

z hloubky přibližně 2,5 km. Teplé minerální vody se vyskytují nejen v Čechách (např. Karlovy Vary), ale i na Moravě (např. Luhačovice, Losiny). Tyto lázeňsky využívané zdroje jsou chráněny, proto je nutné dávat si velký pozor při využívání tepla jako energetického zdroje.

Další tepelné zdroje jsou na Ústecku a Děčínsku kde jsou horké zvodně na bázi sedimentárních formací s velkou volnou kapacitou tepelné energie. V možnosti většího využívání tohoto zdroje tepelné energie nám brání nedostatečné množství podzemní vody.

3.1.5 Biomasa

Veškerá hmota na naší planetě, která má biologický původ, může být považována za biomasu. Nejvýznamnějším zdrojem energie je rostlinná biomasa. Je nutné postupně se vracet k pěstování energetické biomasy, to znamená k obnovitelným zdrojům, protože zásoby fosilních paliv je možno vyčerpat. Dalším důvodem je i to, že produkce oxidu uhličitého by se měla rovnat množství oxidu uhličitého, který je spotřebován při růstu rostlin využívaných pro energetické účely. Nejvýznamnějším obnovitelným zdrojem v České republice je právě biomasa, která je využívána buď jako surovina k výrobě plyných a kapalných biopaliv nebo jako pevné biopalivo.

Biomasu z hlediska energetického využití dělíme na (vyhláška MŽV č. 477/2012 Sb)⁴⁰:

- biomasu zemědělskou (trvalé travní porosty, cíleně pěstované byliny, biomasa ze zahrad, chmelnic, vinnic, ovocných sadů a rychlerostoucí dřeviny)
- lesní biomasu (palivové dřevo, zbytky z lesní těžby, zbytky z probírek a prořezávek)
- zbytkovou biomasu (zbytky z dřevozpracujícího, papírenského a potravinářského průmyslu, odpady ze živočišné a rostlinné výroby).

⁴⁰ ČESKO. Vyhláška č. 477/2012 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 17. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-477>

Zemědělská biomasa

V České republice je zemědělská biomasa z hlediska energetického potenciálu velmi důležitou složkou. Přispívá nejen k udržitelnému rozvoji, ale také ke zvýšení zaměstnanosti a pomáhá stabilizovat hospodaření zemědělců. Pro energetické využití se používají také krmné a potravinářské plodiny. Velkou perspektivu mají energetické dřeviny a byliny, které jsou pěstovány cíleně.

Zemědělské plodiny

Na některé zemědělské plodiny není nahlíženo přímo jako na energetickou surovinu, ale jsou často využity ve formě tuhých paliv nebo ostatních surovin k výrobě kapalných nebo pevných biopaliv. Mezi tyto plodiny patří obilniny, kukuřice, řepka olejka, cukrová řepa nebo trvalé travní porosty.

Člověk spotřebovává celosvětově 60 – 70 % z celkové produkce obilnin.⁴¹ V České republice patří mezi nejoblíbenější obilniny pšenice a ječmen. K energetickým účelům používáme nekvalitní zrna, které se používají k přímému spalování, a slámu. Slámu můžeme využít rovněž k výrobě tuhých paliv (pelety, brikety) nebo k přímému spalování.

Kukuřici botanicky řadíme mezi obilniny, ale z energetického hlediska se odděluje. Mezi nejrozšířenější pěstované plodiny patří právě kukuřice. Stébla a obilky kukuřice mají vysoký obsah dusíkatých a minerálních látek, škrobu a tuku. Kukuřici sklízíme buď jako celé rostliny na siláž, nebo sklízíme jen samotná zrna, nebo celé palice. Zrno můžeme energeticky využít pro přímé spalování. Celé plodiny využíváme jako surovinu, která je dále určena k výrobě bioplynu. Plodiny určené na siláž se musí sklízet v mléčné zralosti, zrno určené pro přímé spalování se musí sklízet v plné zralosti.

Řepka olejka se na našem území pěstovala již v osmém století. Olej vylisovaný ze semen se využíval k mazání, svícení nebo pro mydlářství. V České republice došlo k rozmachu v pěstování řepky na přelomu 19. a 20. století. Koncem 20. století se začala používat jako energetická surovina. V současnosti se řepkový olej používá k výrobě biopaliva.

Cukrová řepa spolu s cukrovou třtinou patří k nejvýznamnějším surovinám pro výrobu cukru. Ze zemědělského hlediska je nejdůležitější okopaninou v Evropě. Cukr se stal

⁴¹ MALAŤÁK, Jan a Petr VACULÍK. *Biomasa pro výrobu energie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. ISBN 978-80-213-1810-6.

v posledních desetiletích základní potravinou. Každý Čech ročně spotřebuje průměrně 20 kg. Vedlejší produkty a odpad vznikající při výrobě cukru se využívá pro energetické účely, například k výrobě biometanolu a jako surovina k výrobě bioplynu.⁴²

Mezi trvalé travní porosty řadíme bobovité rostliny a trávy, které utváří svojí činností člověk. Z tohoto hlediska dělíme trvalé travní porosty na nově založené (uměle vzniklé rekultivací), ovlivňované zemědělskou činností (poloumělé) a na přírodní. K energetickým účelům se trvalé travní porosty využívají k výrobě kompostu, po vysušení ve formě pelet nebo briket a rovněž jako surovina k výrobě bioplynu.⁴³

Cíleně pěstované byliny

Cíleně pěstované byliny jsou v České republice využívány pouze k energetickým účelům. Rostliny mohou být jednoleté, víceleté nebo vytrvalé. Z botanického hlediska tyto byliny dělíme například na traviny, energetické obiloviny a dvouděložné rostliny. V současné době se nejvíce pěstují rostliny víceleté nebo vytrvalé. Hlavním cílem pěstitelů je vysoký výnos, proto se nejvíce pěstují rostliny, které tvoří velké množství nadzemní hmoty. Hlavní výhodou pěstování energetických bylin, na rozdíl od dřevin, je málo nákladné založení porostu nebo v případě potřeby možnost změny pěstování druhu rostlin, například pro krmné nebo potravinářské účely. Mezi energetické byliny řadíme například chrastici rákosovitou, ozdobnici čínskou, čirok, krmný šťovík a konopí seté.⁴⁴

Chrastice rákosovitá je tráva, která je dobře odolná povětrnostním vlivům, roste v blízkosti vodních toků a dorůstá výšky až dvou metrů. Chrastice se seje do řádků a na stanovišti vydrží několik let. Je odolná vůči jarním mrazům a vyhovuje jí těžká půda, která je bohatá na živiny. Chrastice rákosovitá má výnos z hektaru až 12 tun. K energetickým účelům se využívá celá rostlina nebo jen listy. Rostliny se mohou spalovat přímo, nebo nepřímo se využívají k výrobě bioplynu.⁴⁵

Vysokého výnosu dosahuje také ozdobnice čínská. Tato rostlina se pěstuje v oblastech s větším množstvím srážek a vyhovuje jí lehčí půda. Ozdobnice se sklízí až ve druhém roce,

⁴² PASTOREK, Zdeněk, Jaroslav KÁRA a Petr JEVÍČ. *Biomasa: obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public, 2004. ISBN 80-86534-06-5.

⁴³ TLUSTOŠ, Pavel. *Skladování, přeprava a úprava kontaminované biomasy: certifikovaná metodika*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2014. ISBN 978-80-213-2520-3.

⁴⁴ PETŘÍKOVÁ, Vlasta a Jan WEGER. *Pěstování rostlin pro energetické a technické využití: biomasa, bioplyn, krmiva*. Praha: Profi Press, 2015. ISBN 978-80-86726-69-4.

⁴⁵ MALAŤÁK, Jan a Petr VACULÍK. *Biomasa pro výrobu energie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. ISBN 978-80-213-1810-6.

kdy dosahuje výnosu kolem 10 tun z hektaru a v dalších letech se výnos může dosáhnout až 20 tun z hektaru. Tato plodina se využívá nejen pro výrobu biopaliv, ale slouží také pro přímé spalování.

Nenáročnou obilninou na pěstování je čirok. Tato plodina má ráda teplotu větší než 10 °C. Z této rostliny se zrno využívá v lihovarnickém a škrobárenském průmyslu. Sláma je využitelná k výrobě tuhých biopaliv nebo k přímému spalování. Čirok obsahuje velké množství vody, proto se spíše využívá k výrobě bioplynu. Sklízet se mohou i celé rostliny, které se sklízí až na konci zimy, kdy dochází k vysušení rostliny.⁴⁶

Krmný šťovík se zpočátku pěstoval pro krmné účely a v současnosti je též využitelný pro energetické účely. Šťovík patří mezi vytrvalé rostliny, dorůstá do výšky až 2,5 m a dosahuje z počátku výnosu 6 tun z hektaru a v dalších letech výnos může výnos dosáhnout až 12 tun. Pěstování této rostliny není vhodné v kyselých půdách. V energetice je určena pro přímé spalování a také pro výrobu bioplynu.⁴⁷

Další rostlinou je konopí seté. Konopí dorůstá do výšky až 4 metrů a dosahuje výnosu kolem 8 tun z hektaru. Jedná se o velmi nenáročnou rostlinu, proto ji můžeme pěstovat skoro ve všech oblastech. V prvním roce pěstování vyžaduje dostatek vláhy a v dalších letech je odolná proti suchu. Konopí vyžaduje dobře vyhnojenou půdu. Z konopí se vyrábějí brikety a pelety, které jsou následně využity pro přímé spalování.

Cíleně pěstované dřeviny

Cíleně pěstované dřeviny se pěstují na zemědělských půdách a hmota z těchto dřevin se využívá k energetickým účelům dle vyhlášky 453/2008 Sb.⁴⁸

Mezi charakteristické rychle rostoucí dřeviny patří vrby a topoly. Tyto dřeviny mají v prvních letech vysokou schopnost zakořenění a tvorby dřevní hmoty. Optimální výnos dřevní hmoty se pohybuje mezi 8 – 10 tunami z hektaru ročně. Porosty s rychle rostoucími dřevinami nazýváme výmladkovou plantáží RRD, energetickým lesem nebo energetickou plantáží. Pěstování těchto rostlin se v České republice rozvíjí velmi pomalu. Výmladkové plantáže produkují biomasu ve formě štěpky, která se následně využívá jako palivo

⁴⁶ PETŘÍKOVÁ, Vlasta a Jan WEGER. *Pěstování rostlin pro energetické a technické využití: biomasa, bioplyn, krmiva*. Praha: Profi Press, 2015. ISBN 978-80-86726-69-4.

⁴⁷ MALAŤÁK, Jan a Petr VACULÍK. *Biomasa pro výrobu energie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. ISBN 978-80-213-1810-6.

⁴⁸ ČESKO. Vyhláška č. 453/2008 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 8. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-453>

pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, nebo jen k vytápění. Výhřevnost dřevní štěpky je totožná s výhřevností ostatních dřevin.⁴⁹

Výnosnost dřevní štěpky je velmi ovlivněna správným výběrem stanoviště.⁵⁰ K pěstování této dřeviny se nevyužívají nejurodnější zemědělské půdy, ale zemědělské půdy, které jsou vhodné pro pěstování dřevní biomasy. Proto Výzkumný ústav v Průhonicích vypracoval typologii zemědělských půd a tyto půdy rozdělil do šesti kategorií. Vrby a topoly patří mezi světlomilné rostliny, přičemž topol je hodně náročný na teplo a vrby na snášení mokré půdy. Maximální nadmořská výška, při které je dobrá výnosnost dřevní hmoty, je v České republice 600 m. Rychle rostoucí dřeviny se sklízí mechanizovaně nebo ručně a ještě na místě sklizně se zpracují na štěpku.

Lesní biomasa

Lesní biomasa je v současné době nejčastěji používána ke spalování v lokálních a centrálních výtopnách nebo v elektrárnách při kombinované výrobě elektrické energie a tepla. Mezi lesní biomasu řadíme například dřevní hmotu z prořezávek a probírek, palivové dřevo, kůru dřevin nebo také rychle rostoucí dřeviny, které jsou pěstované na lesní půdě.

Palivové dřevo

Z lesní biomasy, která je méně kvalitní nebo je k tomuto účelu přímo určena se vyrábí palivové dřevo. Palivové dříví se upravuje v těžebním prostoru na požadovanou délku a tvar. Obvykle se prodává ve formě polen nebo kulatiny a je určeno k přímému spalování a vytápění domů.

Dřevní štěpka

Dřevní štěpka je důležitým palivem a vzniká při těžbě dřeva nebo z prořezávek a probírek mladých porostů, které jsou určeny k těžbě na lesní půdě. Výhřevnost dřevní štěpky je dána obsahem vody, jejím složením a jejím původem. Nejvýhřevnějším produktem je tyčovina z jehličnatých stromů, štěpky z jehličnatých a listnatých stromů a nejméně výhřevné jsou větve a těžební odpad.⁵¹

⁴⁹ PASTOREK, Zdeněk, Jaroslav KÁRA a Petr JEVÍČ. *Biomasa: obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public, 2004. ISBN 80-86534-06-5.

⁵⁰ PETŘÍKOVÁ, Vlasta a Jan WEGER. *Pěstování rostlin pro energetické a technické využití: biomasa, bioplyn, krmiva*. Praha: Profi Press, 2015. ISBN 978-80-86726-69-4.

⁵¹ BENDA, Vítězslav. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Profi Press, 2012. ISBN 978-80-86726-48-9.

Kůra stromů

Při zpracovávání dřeva je těžebním odpadem kůra, která obvykle obsahuje více jak 50% vody. Abychom mohli kůru použít pro energetické účely, je nutné kůru vysušit tak, aby maximální obsah vody byl menší než 20%.⁵² Spalování kůry má negativní vliv na životní prostředí, protože spalovací proces je velice ovlivněn množstvím nečistot nebo chemickým složením kůry. Na tyto negativní vlivy musíme brát ohled při návrhu procesu spalování, aby následně nedocházelo k překračování emisních limitů a také nedocházelo k negativnímu ovlivnění zemědělské půdy při aplikaci popele.⁵³

Zbytková biomasa

Při druhotném zpracování základních zdrojů živočišné nebo rostlinné biomasy vzniká zbytková biomasa. Podle původu ji můžeme rozdělit do několika základních skupin:

- zbytky vzniklé při zpracování v dřevozpracujícím nebo v potravinářském průmyslu,
- zbytky vzniklé z rostlinné výroby: dřevní odpady z vinic a sadů, sláma z olejnin a obilnin
- odpady vzniklé při živočišné výrobě: exkrementy a zbytky krmiv
- organické zbytky vzniklé při údržbě zeleně
- odpady z lihovarnické a potravinářské výroby
- kaly vzniklé při čištění odpadních vod a jiné organické zbytky

Zbytky vzniklé při zpracování dřeva

Do této kategorie můžeme zařadit zejména štěpky, hobliny, piliny a zbytky, které vznikají při zpracovávání dřeva v nábytkářském nebo dřevozpracujícím průmyslu. Tyto zbytky jsou velice kvalitní, proto jsou primárně určeny pro výrobu dřevních briket nebo pelet. Zbytky vznikající při pořezu dřeva mohou být z neodkorněných nebo z odkorněných výřezů. Z neodkorněného dřeva vzniká hnědá štěpka, která je málo kvalitní a v celulózkách je nepoužitelná. Z tohoto důvodu se hnědá štěpka používá k výrobě stavebních materiálů (např. dřevotřísky) nebo k výrobě pevných biopaliv. Z odkorněného dřeva vzniká bílá

⁵² PŘÍHODA, Jan, ed. *Racionální využívání lesní biomasy pro energetické účely: sborník referátů : 11. říjen 2007, Kostelec nad Černými lesy*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1691-1.

⁵³ TLUSTOŠ, Pavel. *Monitoring kvality popelů ze spalování biomasy: certifikovaná metodika*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012. ISBN 978-80-213-2327-8.

štěpka. Tato štěpka je velice kvalitní, proto se využívá nejen k výrobě briket nebo pelet, ale také k výrobě papíru a buničiny.⁵⁴

Zbytky vzniklé z rostlinné výroby

Mezi zbytky z rostlinné výroby patří sláma z olejnin a z obilnin. V rostlinné výrobě se tyto zbytky využívají jako organické hnojivo a v živočišné výrobě jako krmivo a stelivo. V posledních letech došlo k poklesu živočišné výroby, a proto můžeme tuto biomasu upotřebit k výrobě tepla a elektřiny. Slámu můžeme spalovat nejen ve formě briket a pelet, ale můžeme ji spalovat také napřímo. Jedním z problémů při spalování slámy je to, že rostliny do sebe dostávají látky z chemických prostředků a hnojiv a může docházet ke znečištění životního prostředí. Aby nedocházelo ke znečištění životního prostředí, je nutné tyto škodlivé látky odstranit dříve, než budou uvolněny do ovzduší.

Odpady vzniklé při živočišné výrobě

Mezi obvyklé způsoby využívání odpadů ze živočišné výroby patří využití v rostlinné výrobě ve formě organických hnojiv. Dalším způsobem, jak využít tyto odpady je jejich použití při výrobě bioplynu nebo při výrobě kompostu.

Neupravenou směs moče, pevných výkalů, zbytků krmiva a steliva nazýváme chlévská mrva, když necháme chlévskou mrvu vyžrát, tak nám vznikne hnůj.

Kvalita hnoje je závislá na stáří zvířat, druhu zvířat, způsobu ustájení, krmení, druhu a množství steliva.

Dalším hodnotným organickým hnojivem je močůvka. Jedná se o prokvašenou moč zvířat. Abychom mohli močůvku dále využít, musíme ji v určitém poměru zředit vodou.

Posledním typem hnojiva je kejda. Když u chovů prasat, skotu a drůbeže nepoužijeme stelivo, vznikne kejda. Jedná se o částečně prokvašenou směs tekutých výkalů, pevných výkalů a zbytků krmiv hospodářských zvířat.⁵⁵

Ostatní zbytková biomasa

Do kategorie ostatní zbytková biomasa řadíme zbytky, které vznikají při zpracování zemědělských plodin. Jedná se o různé odřezky, obilné otruby a chrást. Tyto zbytky se

⁵⁴ BENDA, Vítězslav. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Profi Press, 2012. ISBN 978-80-86726-48-9.

⁵⁵ Kejda – Wikipedie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kejda>

využívají k výrobě bioplynu, nebo jsou určeny k přímému spalování, nebo je můžeme využít ke kompostování.

Při zpracování olejnin a obilnin dochází k oddělení kvalitních zrn, která se dále využívají v potravinářském průmyslu nebo ke krmení zvířat, a méně kvalitních zrn a ta se využívají jako energetické palivo. Protože jsou tyto zdroje omezené, spalují se zejména v malých zařízeních.

Další kategorií jsou zbytky vznikající při výrobě potravin. Jedná se především o kaly, které vznikají při čištění, loupání, praní, extrakce a odstředování zeleniny a ovoce. Mezi tyto zbytky neřadíme odpadní produkty vznikající při destilaci.

Zbytky, které vznikají při výrobě lihovin, jsou další skupinou. Do této skupiny patří zbytkové tuky a oleje, alkoholy, které se vyrábějí z biomasy a zbytky z destilace. Abychom mohli tyto zbytky využívat ke spalování, musíme je nejdříve zbavit vody, proto se dále filtrují a vysouší.

Poslední jmenovanou skupinou jsou čistírenské kaly. K přímému spalování kalů dochází až po vysušení na 25 - 30% objemu sušiny, protože jinak by bylo spalování z ekonomického hlediska neúnosné. V papírenském průmyslu jsou kaly využívány přímo ke spalování v podniku jako zdroj tepla.⁵⁶

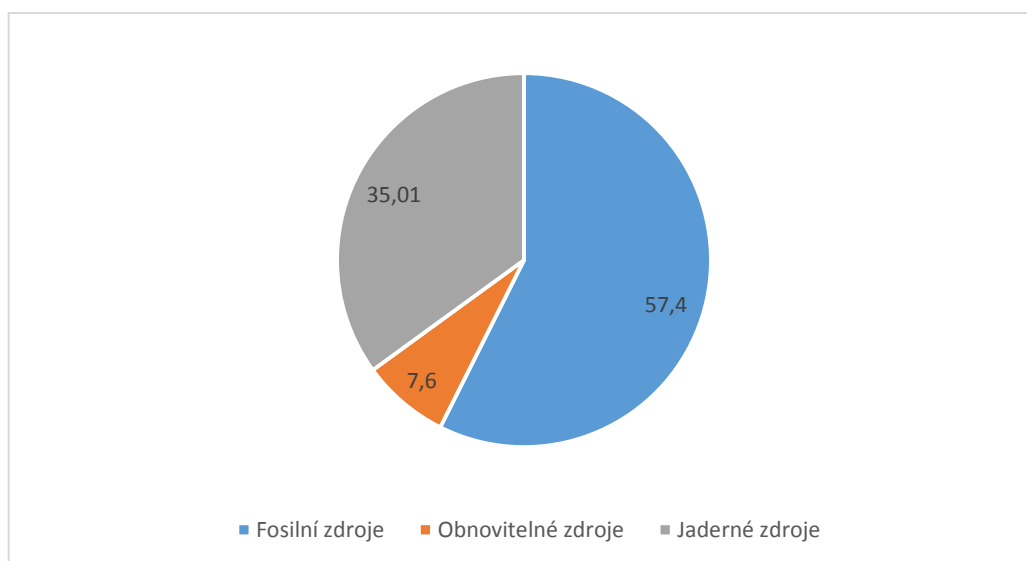
⁵⁶ *Zbytková biomasa* [online]. Praha: BIOMASS ENERGY, 2010 [cit. 2019-02-08]. Dostupné z: <http://biomass.cz/zbytkova-biomasa/>

4 Energetická bezpečnost

Energetická bezpečnost je zajištění dostatečného množství energie za přijatelnou cenu s ohledem k životnímu prostředí. Znamená to, že musí být zajištěna spotřeba všech subjektů a nesmí dojít ke snížení životní úrovně a narušení chodu významných podniků příslušného státu. Žádná ze zemí Evropské unie není soběstačná, proto je nutné, aby jednotlivé členské i nečlenské země mezi sebou spolupracovaly a vzájemně si pomáhaly. Nesmí docházet k tomu, jak můžeme vidět v nedávné minulosti, aby státy vlastníci určitou strategickou surovinu, vydíraly ostatní země.

Hlavním úkolem v dnešní době je zabezpečení dodávek fosilních paliv, které mají v energetickém mixu podíl 57,4 %.⁵⁷ Zásoby zemního plynu, uhlí a ropy klesají, ale poptávka po těchto strategických surovinách neustále roste. Státy, které vlastní tyto suroviny mají obvykle nestabilní politický režim.

Obrázek 12 - Skladba energetického mixu v ČR



Zdroj: Vlastní zpracování

Zajištění dostatku zemního plynu je jednou z priorit České republiky, protože jeho spotřeba neustále roste. V poslední letech je uhelné vytápění nahrazováno vytápěním zemním plynem, protože toto vytápění je čistější a příznivější k životnímu prostředí. Česká republika odebírá zemní plyn převážně z Ruska. Po neblahých zkušenostech z roku 2009,

⁵⁷ Národní energetický mix. OTE: *Spojujeme trhy a příležitosti* [online]. Praha: OTE, 2018 [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix>

kdy došlo k přerušení dodávky plynu, je nutné zajištění dostatečného množství i od jiného dodavatele. Dalším dodavatelem zemního plynu je Norsko. Tento dodavatel zatím není schopen pokrýt celkovou spotřebu plynu, proto dochází k výstavbě nového plynovodu. Tím dojde k posílení energetické bezpečnosti nejen v České republice, ale i v ostatních zemích západní Evropy, protože politická situace v Norsku je daleko stabilnější než v některých státech východní Evropy, ze kterých je v současné době plyn dodáván, nebo přes které je distribuován.

Dalším možným zdrojem získávání elektrické a tepelné energie je jaderná energie. V České republice se nacházejí dvě jaderné elektrárny Dukovany (4 x 510 MWe) a Temelín (2 x 1185 MWe)⁵⁸. Tyto dvě elektrárny nejsou schopny pokrýt celkovou spotřebu elektrické energie, která v roce 2017 byla 73,8 TWh⁵⁹. Aby byly jaderné elektrárny schopny pokrýt celkovou spotřebu, je nutná výstavba dalších energetických zdrojů. Náklady na výstavbu nových jaderných elektráren jsou velmi vysoké, ale výrobu elektrické energie z těchto zdrojů můžeme zařadit mezi ty nejlevnější. Získaná energie sice patří mezi nejčistější, avšak důvěra v tyto zdroje z pohledu veřejnosti není vysoká. Jedním z důvodů je problém s vyhořelým palivem. V současnosti se vyhořelé palivo ukládá do meziskladů, které se nacházejí v areálech zmíněných elektráren. Do budoucna se uvažuje o výstavbě skladu pro trvalé uložení vyhořelého paliva. S tímto záměrem nesouhlasí dotčené obce, kterých by se tento záměr měl týkat. Druhým důvodem negativního pohledu na jaderné elektrárny je bezpečnost provozu. Po neblahých zkušenostech z haváriemi jaderných elektráren Černobyl (1986) a Fukushima (2011) je obava veřejnosti na místě. Provozovatel obou jaderných zařízení a především i stát (Státní úřad pro jadernou bezpečnost) klade velký důraz na bezpečnost těchto provozů. V okolních státech dochází postupně k odstavování jaderných elektráren a jejich výrobu nahrazují výstavbou obnovitelných zdrojů.

Evropská komise v roce 2006 zveřejnila tzv. Zelenou knihu. Tato kniha zahrnuje Evropskou strategii, aby výroba elektrické energie byla konkurenceschopná, udržitelná a bezpečná. Jsou zde definovány i problémy, které musí jednotlivé státy a Evropská unie

⁵⁸ Jaderná energetika v ČR: Jaderná energetika | Skupina ČEZ. *Skupina ČEZ* [online]. Praha: ČEZ, 2018 [cit. 2018-11-03]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/je-v-cr.html>

⁵⁹ ČTK. Spotřeba elektřiny v Česku stoupla na nový rekord. Nejvíce se vyrobilo z hnědého uhlí: *Aktuálně.cz. Zprávy: Aktuálně.cz* [online]. Praha: Economia, 2018, 24. 5. 2018 [cit. 2018-11-06]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/spotreba-elektriny-v-cr-loni-vzrostla-na-rekordnich-73-8-twh/r~688d7a705f3011e8bbdd0cc47ab5f122/?redirected=1550396813>

řešit a kam by měla strategie směřovat. Proto si Evropská komise stanovila tyto prioritní oblasti:⁶⁰

1. *„Energie pro růst a pracovní příležitosti v Evropě: dotvoření vnitřního evropského trhu s elektřinou a plynem*
2. *Vnitřní trh s energií, který zaručí zabezpečení dodávek: solidarita mezi členskými státy*
3. *Zabezpečení a konkurenceschopnost dodávek energií: cesta k udržitelnější, účinnější a různorodější skladbě zdrojů energií*
4. *Integrovaný přístup k boji se změnami klimatu*
5. *Podpora inovací: strategický plán pro evropské energetické technologie*
6. *Na cestě k soudržné vnější energetické politice“*

Aby byla energie bezpečná, konkurenceschopná a udržitelná musí být otevřen trh s energiemi v rámci celé Evropské unie. Otevřením trhu s energiemi dojde také ke zlepšení dodávek, snížení jejich cen a zlepšení životního prostředí.

V současné době existují především vnitrostátní trhy, které ovládá několik málo společností. Mezi jednotlivými státy existují velké rozdíly v legislativě, v pravomoci kontrolních orgánů, rozdíly v distribučních soustavách atd. Pro zajištění energetické bezpečnosti je nutné vybudovat nejen společnou distribuční soustavu, ale hlavně si stanovit pravidla a normy, které budou upravovat přeshraniční obchod, bude nutné rovněž vybudovat záložní zdroje, které budou schopny pružně reagovat na nadměrný odběr. Všechny tyto kroky musí být v souladu se Strategií Evropa 2020. V této strategii se jednotlivé státy zavázali ke snížení produkce skleníkových plynů, ke zvýšení účinnosti výrobních zdrojů a ke zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů.⁶¹ Všechny tyto kroky budou vyžadovat nemalé investice, které budou mít za následek zvýšení energetické bezpečnosti všech členských států Evropské unie.

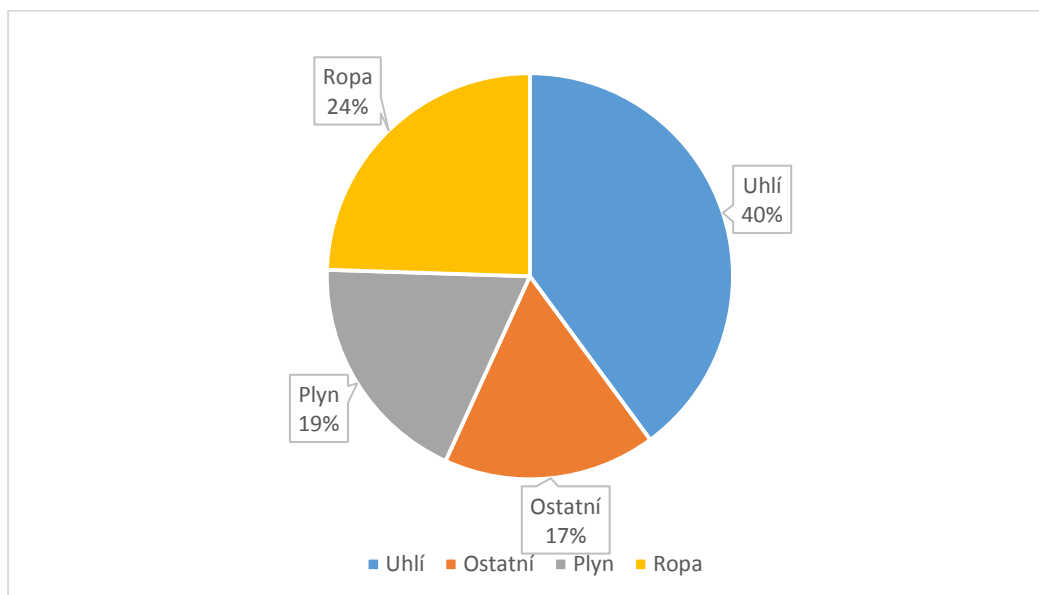
⁶⁰ ZELENÁ KNIHA: *Evropská strategie pro udržitelnou, konkurenceschopnou a bezpečnou energii*. In: . Brusel: komise evropských společenství, 2006, K 72/05/. Dostupné také z: <https://www.senat.cz/prezentace/historieHandler.do?op=prepare&id=191>

⁶¹ EVROPA 2020: *Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění*. In: . Brusel: Komise evropských společenství, 2010. Dostupné také z: https://www.vlada.cz/assets/evropske-zalezitosti/evropske-politiky/strategie-evropa-2020/Evropa_2020_cz_Sdeleni_EK.pdf

4.1.1 Energetická bezpečnost České republiky

Hlavním cílem České republiky je zabezpečení dostačujícího množství strategicky významných surovin. Mezi tyto suroviny patří především uhlí, ropa, zemní plyn a uran. Žádný stát Evropské unie není v těchto strategických surovinách soběstačný, proto je nutná spolupráce všech členských států, ale i nečlenských. Prioritou musí být spolehlivost a zajištění dodávek z různých zdrojů. V České republice je výroba elektřiny a tepla postavena především na dodávkách hnědého uhlí. Mezi další zdroje můžeme zařadit plyn, jehož využití má stoupající tendenci, ropu a obnovitelné zdroje.

Graf 1 - Skladby primárních zdrojů energie v České republice



Zdroj: BP Statistical Review, (2010)

Jakým způsobem jsou primární suroviny rozloženy v energetickém mixu a jakým způsobem budou využívány, je náplní Státní energetické koncepce. Státní energetická koncepce je závazným dokumentem pro plnění energetické politiky České republiky a musí být v souladu s požadavky Evropské unie. Koncepce se vytváří na dobu 30 let, proto je nutné v souvislosti se změnami v Evropě a ve světě, tuto koncepci upravovat.

Státní energetická koncepce byla přijata v roce 2004. V následujících letech se začala projevovat nerovnost rozdělení energetických zdrojů, a proto vyvstala nutnost zajištění bližší spolupráce s okolními státy. Dalším problémem byla skutečnost, že schválená koncepce je závislá na politické situaci a na politických rozhodnutích. Z tohoto důvodu byl navržen

a následně schválen zákon o Státní energetické koncepci. Tím došlo k zamezení politických vlivů v dalších volebních obdobích.

Každých pět let Ministerstvo průmyslu a obchodu provádí vyhodnocení plnění a zjištěné výsledky předává vládě České republiky. Pokud ministerstvo zjistí, že je nutná úprava koncepce, tak vypracuje návrh na změnu a tento návrh následně předloží vládě ke schválení. Poslední změna Státní energetické koncepce proběhla v květnu 2015. Poukazuje na klíčové priority energetiky, na které je nutné se v následujícím období zaměřit.⁶²

1. Vyvážený mix základních energetických zdrojů, který je založený na širokém portfoliu a na efektivním využívání veškerých tuzemských zdrojů. Cílem je zajištění přebytkové výkonové bilance. Pro dosažení tohoto stavu je nutná obnova dosluhujícího výrobního zařízení s ohledem na ochranu životního prostředí a postupné nahrazování uhelných zdrojů jadernými a obnovitelnými zdroji výroby elektrické a tepelné energie.
2. Postupné navyšování energetické účinnosti národního hospodářství. Tato priorita je důsledkem růstového trendu průmyslové výroby a rovněž snižující se dostupnost vlastních zdrojů. Česká republika musí usilovat o to, aby energetická náročnost byla srovnatelná s ostatními ekonomikami Evropské unie. Pro dosažení tohoto cíle bude nutná podpora ze strany státu zaměřená na úsporná opatření. Mezi tyto opatření patří například zateplování budov, zvyšování energetické účinnosti výrobních procesů, výměna spotřebičů atd.
3. Rozvoj síťové infrastruktury České republiky ve spolupráci s ostatními státy střední Evropy, sloučení trhů s plynem a elektřinou a posílení spolupráce. Vzhledem k poloze České republiky je zajištění spolehlivé síťové infrastruktury důležitým prvkem bezpečných dodávek energií. Pro zajištění této priority je potřeba v maximální míře využít dotace z Evropské unie. Tyto finanční prostředky následně využít na obnovu přenosové soustavy, posílení propojení plynárenské soustavy a zajištění výstavby nových zásobníků na plyn, zajištění výstavby nových ropovodů atd.

⁶² Státní energetická koncepce České republiky. *Ministerstvo průmyslu a obchodu*[online]. Praha: MPO, 2019 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52841/60959/636207/priloha006.pdf>

4. Zajištění konkurenceschopnosti energetiky podporou vývoje, výzkumu a inovací. Zajištění generační obměny, zlepšení vzdělanosti v oblasti energetiky a zároveň podporovat školství. Následné zapojení studentů vysokých a středních škol do modernizace výrobních zařízení průmyslových podniků nám pomůže zefektivnit výrobní procesy, zvýšit účinnost zařízení nebo vyvinout nové odolnější materiály.
5. Zvýšení odolnosti České republiky a zvýšení energetické bezpečnosti při kumulacích poruch nebo při útocích na kritickou infrastrukturu a zajištění paliv při déletrvající krizi. Pro zajištění této priority je potřeba zajistit tranzitní postavení na stávající úrovni a udržovat rezervy strategických komodit, kterými Česká republika disponuje v malé míře, nebo nedisponuje vůbec. V oblasti výroby elektrické energie bychom se měli zaměřit na podporu ostrovních provozů. U klíčových energetických zdrojů se zaměřit na odolnost zařízení proti kybernetickým útokům.

4.1.2 Plyn

V roce 2016 se v České republice vytěžilo více než 218 milionů m³ zemního plynu, což stačilo k pokrytí spotřeby státu pouze z 2,6 %, přičemž celková spotřeba v České republice byla v tomto roce 8491 milionů m³. Více než 95 % zemního plynu je do České republiky dováženo přes předávací stanice v Německu a něco kolem 5 % přes stanice na Slovensku.

4.1.3 Uhlí

Rok 2016 se nesl ve znamení značného nárůstu spotřeby černého uhlí a to o 5,6 %, na 4619 tisíc tun. Více než tři čtvrtiny tohoto množství byly spotřebovány na výrobu tepla a elektřiny. Na našem území se v roce 2016 přitom vytěžilo 6 900 tis. tun černého uhlí. Spotřeba černého uhlí je stále více pokrývána dovozem ze zahraničí. Hnědého uhlí se vytěžilo v České republice 39000 tis. tun a spotřebovalo se ho 38000 tis. tun.

4.1.4 Ropa

Těžba ropy se v České republice neustále snižuje. V roce 2016 se vytěžilo 117 tis. tun ropy. Dovoz ropy ze zahraničí činil v tomto roce 7 096 tis. tun. Největším dovozcem do naší

republiky je tradičně Rusko, podíl jeho dovozu je skoro 57 %. Druhým významným dovozcem je Ázerbájdžán s 33 % a třetím je Kazachstán s necelými 10 %.

4.1.5 Uran

O uranu se uvažovalo jako o palivu budoucnosti, v současné době však existuje poměrně silná opozice, která by jadernou energii přestala využívat. V minulosti byla naše republika v těžbě uranu soběstačná, naopak mohla tuto komoditu vyvážet. Nyní je těžba uranu na mnohem nižší úrovni, než jeho spotřeba. Dovoz probíhá především z Ruska, dováží se více než 50 % uranu potřebného k výrobě elektrické energie v jaderných elektrárnách. Přestože v České republice jsou velká uranová ložiska, jejich těžba chemickou cestou by byla velmi ekonomicky náročná a vedla by k citelnému poškození životního prostředí.

5 Výzkum konkrétních typů technologií OZE

Využívání energie z obnovitelných zdrojů má dlouhou historii. Vždy se však jednalo spíše o jakousi z nouze cnost. Obecně řečeno, člověk neměl jinou možnost než využít dostupné přírodní obnovitelné zdroje. Z nástupem průmyslové revoluce došlo k odsunutí těchto k přírodě šetrných technologií a celý vyspělý svět se pustil do získávání energie spalováním černého, či hnědého uhlí, později rovněž kapalných paliv typu petroleje či nafty. Počátkem dvacátého století se začaly objevovat první nesmělé studie, které varovaly před drancováním nerostného bohatství, ale byly to spíše osamocené hlasy, které neměly žádnou váhu pro světové mínění.

Tuto počáteční snahu přerušily dvě světové války a období po jejich skončení, kdy potřeba zajistit plynulý chod běžného života za každou cenu a nebyla tedy vhodná doba na enviromentální názory, natož změny. Paradoxně toto těžké období ukázalo lidstvu, jak krátkozraké a nejisté může být zaměření na jeden zdroj energie a že by bylo vhodné zamyslet se nad určitou mírou diverzifikace energetických technologií. Válečné konflikty na blízkém východě v šedesátých letech přinesly celému světu šok v podobě ropné krize. Do té doby vyspělé státy neměly žádný důvod s energií šetřit. Poválečné hospodářství vstalo z popela a ekonomice se nebývale dařilo. Na světě v té době bylo mnoho oblastí, které nebyly elektrifikované a k zajištění vlastní spotřeby elektřiny používaly elektrocentrály na benzín, či naftu. Při nízkých cenách těchto paliv nebyl důvod tuto situaci řešit jiným způsobem. Po ropném šoku se však pohled na energetiku značně změnil. Řešení této problematiky mělo dva směry, které se kupodivu vzájemně nevylučovaly, naopak mohly společně existovat.

Jedna cesta směřovala ke snížení energetické spotřeby hledáním způsobů, jak snížit energetickou náročnost spotřebičů a zařízení. Ta druhá cesta směřovala k efektivnějším způsobům výroby elektrické energie.

V prvním období se svět začal hromadně zabývat otázkou využití energie vody. Nastala éra výstavby vodních elektráren, mnohdy se jednalo o gigantická vodní díla, zejména na obrovských řekách.

Společně s velkými vodními elektrárnami začal rozvoj i malých vodních elektráren, které mohly v oblastech bez elektrifikace, pokud k tomu byly vhodné místní přírodní podmínky, nahradit neekonomický provoz elektrocentrál. Malá vodní elektrárna pro provoz v nepříliš rozvinutých oblastech musela být nejen efektivní, ale i odolná a s jednoduchým systémem provozu a ovládání.

Dalším technologickým zázrakem bylo využívání větrné energie systémem obřích větrných elektráren, které se rozmohlo zejména ve Spojených státech amerických, tam byly postaveny gigantické větrné parky sdružující stovky vysokých stožárů s vrtulemi, které vyráběly elektřinu z větru. Postupně se tato technologie rozšířila i na jiné kontinenty, zejména na sever Evropy, kde jsou celoročně vhodné větrné podmínky. O výstavbu větrných elektráren (a nejen jich) v rámci Evropské unie se zasloužil systém dotací a podpor na jejich stavbu a uvedení do provozu. Dotování technologií využívajících obnovitelných zdrojů se promítlo také v obrovském nárůstu elektráren využívajících fotovoltaické panely k výrobě energie ze slunce. Bohužel dotace a další investiční pobídky v rámci Evropské unie se v mnoha případech staly příčinou mnohdy korupčního jednání různých lobistických skupin a spekulantů, investujících do původně dobré myšlenky avšak sledujících pouze vlastní prospěch a obohacení.

V České republice byla historicky nejvyužívanějším zdrojem energie z obnovitelných zdrojů voda. Nejprve jako pohon mlýnských kol, hamrů, pil a posléze, kdy bylo započato s výstavbou přehrad, také jako pohon turbín vodních elektráren. Vzniklo několik velkých vodních děl. Výstavba nejvýznačnějších vodních elektráren na území dnešní České republiky byla zahájena už před druhou světovou válkou. Největší rozmach výstavby velkých vodních elektráren byl v padesátých a šedesátých letech dvacátého století, tehdy byla postaveno asi nejvýznamnější vodní dílo, Vltavská kaskáda. Jinak tomu bylo u malých vodních elektráren. Ty se začaly pozvolna objevovat ve dvacátých letech dvacátého století, kdy se do jejich výstavby pustila často obec, která měla v katastru nějaké zdymadlo, či alespoň jez, případně nějaký soukromník, který potřeboval elektrickou energii pro svůj závod. Do druhé světové války vznikla řada malých vodních elektráren prakticky na celém území republiky. V období od únorového převratu v roce 1948, do dalšího převratu v roce 1989 vznikaly malé vodní elektrárny jen sporadicky a naopak mnohé fungující, které byly původně v rukou soukromníků, byly zničeny. Komunistický režim dal zelenou výrobě elektrické energie z uhlí, proto bylo postaveno či zmodernizováno mnoho velkých energetických komplexů zejména poblíž uhelných dolů, ať už hlubinných, nebo povrchových. Dokonale fungující spojení mezi nalezišti nerostných energetických surovin a elektrárnami dalo vzniknout monopolnímu výrobcí elektrické energie, který dirigoval energetický trh nejen po dobu komunistické totality, ale pokračuje v tomto trendu i v dnešní době. Ekonomicky silný gigant, jednička na trhu s elektřinou, mohl v okamžiku nástupu

nových výrobců využívajících k výrobě energie obnovitelné zdroje, vytvářet různé překážky a bariéry pro jejich uvedení do provozu. Jednalo se o nejrůznější legislativní překážky, které polostátní gigant mohl ovlivnit prostřednictvím svých spřízněných poslanců ve sněmovně, nebo bariéry zabráňující připojení nezávislých výrobců elektřiny do rozvodné sítě v důsledku všech možných rádo by technických bezpečnostních omezení. Události posledních desetiletí, kdy se razantně změnila geopolitická situace ve světě, dávají nahlížet na obnovitelné zdroje z nového úhlu pohledu. Razantní vstup dříve chudých rozvojových zemí na ekonomické kolbiště značně zahýbal zažitým tradičním rozdělením světa. Zejména Čína, Indie ale i například Brazílie, tedy státy s obrovským počtem obyvatel a velmi levnou pracovní silou se staly místem investičních příležitostí pro takzvaný vyspělý svět.

Masová výstavba nových výrobních závodů, s tím spojený přesun obyvatel z venkova do měst a jejich stoupající ekonomická síla, přinesly mnohonásobně zvýšenou potřebu energie a tedy i surovin pro její výrobu. Aby tyto ekonomičtí tygři dohnali vyspělý západní svět, uvolnili jejich vlády předpisy pro ochranu životního prostředí a tím i zdraví jejich obyvatel. Pro výrobu energií se využívají zejména fosilní paliva a technologie jejich spalování. Pod hrozbou fatálního úbytku světových zásob uhlí, ropy a zemního plynu se výroba energií z obnovitelných zdrojů začíná stávat pro západní vyspělý svět vážným tématem. Investují se miliardy Euro do výzkumu a vývoje nových technologií, obnovují a zdokonalují se letité nápady, které se pro tehdejší ekonomickou nerentabilitu dávaly do archívů. Pro realizaci jednotlivých projektů na výstavbu technologií z obnovitelných zdrojů se vypisují dotace a granty napříč celou Evropskou unií. Přestože uskutečnění mnoha projektů není odůvodněno environmentálním myšlením, ale obyčejnou touhou po zbohatnutí a tedy velmi výhodným investováním peněz pod garancí státu, či potažmo Evropské unie, začíná se postupně procentuální zastoupení technologií z obnovitelných zdrojů v jednotlivých státech zvyšovat.

Dalším významným faktorem, který přeje rozvoji nových šetrných technologií, je snaha států o zlepšení ekonomické bezpečnosti zvýšením energetické soběstačnosti. Mnoho států, které se rozhodly jít cestou výroby energií spalováním zemního plynu, tedy relativně nejjednodušším způsobem ochrany životního prostředí zdevastovaného dlouholetým spalováním černého, či hnědého uhlí, bylo postaveno před možnost jistého vydírání ze strany monopolních dodavatelů zemního plynu. Zejména Rusko, jako nejvýznačnější hráč na trhu

se zemním plynem používá tuto komoditu jako nástroj politického vlivu na své odběratele. Jako obranu proti vydírání budují západní státy náhradní trasy plynovodů zejména z Norska.

5.1 Malá vodní elektrárna

Malá vodní elektrárna, která je v této části zkoumána se nachází v Ústeckém kraji na řece Ohři. Vodní elektrárna byla postavena na přelomu 19. a 20. století na místě bývalého vodního mlýna. První zmínky o mlýnu se datují již do 14. století, kde voda roztáčela vodní kolo, které dále pomocí lan pohánělo mlýnské kameny. Součástí mlýna byla také pekárna.

První Francisova turbína byla namontována v roce 1900. Tato turbína měla hltnost $9,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Druhá Francisova turbína s hltností $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ byla namontována v roce 1904. Výkon obou turbín stačil pokrýt spotřebu vlastní pekárny a části přilehlé obce. Vodní elektrárna byla v provozu až do roku 1951, kdy tehdejší představitelé KSČ rozhodli o zničení turbín. Byly přeříznuty hřídele turbíny a ty spadly do vody. Ve vodě turbíny zůstaly do roku 1990. V tomto roce nový majitel rozhodl, že se pokusí vodní elektrárnu znovu zprovoznit. Nechal si vypracovat projekt potřebný k obnově vodní elektrárny. Následně vytáhl obě turbíny z vody. Francisovi turbíny byly zrenovovány a osazeny nové hřídele. Aby mohl majitel elektrárnu znovu spustit, musel vyčistit přívodní a odpadní kanál, opravit i další součásti potřebné k provozu např. jez, hrabadla. Podmínkou k provozu vodní elektrárny bylo zhotovení rybiho přechodu. První vodní turbínu se povedlo spustit již v roce 1991 a druhou o rok později. Protože v blízkosti této malé vodní elektrárny se provozují i jiné vodní elektrárny, není možné navýšit vodní spád a tato elektrárna si musí vystačit se spádem 1,4 m. Přes toto omezení první turbína dosahuje výkonu až 60 kW/h a druhá 50 kW/h. Aby byl zajištěn průtok přes jez $5,2 \text{ m}^3/\text{s}$ je výkon turbín regulován naklápěním lopatek rozváděcího kola.

Obrázek 13 - Malá vodní elektrárna



Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

Provozovatelem malé vodní elektrárny je osoba samostatně výdělečně činná (OSVČ). Zprovoznění vodní elektrárny bylo financováno částečně z vlastních prostředků a částečně z půjček od rodinných příslušníků. Na obnovu se také podařilo získat dotaci, která pokryla téměř 1/3 celkových nákladů. Rozpočtové náklady byly sníženy pracemi prováděnými svépomocí a také úpravami v projektu. Tím došlo ke snížení návratnosti investice z původních 18,4 roku na 12 let.

Mezi výhody této malé vodní elektrárny patří:

- ohleduplnost k životnímu prostředí
- neprodukuje žádné emise a imise
- nízká hlučnost
- nenarušuje ráz krajiny
- bezporuchovost zařízení

Mezi nevýhody můžeme zařadit například:

- závislost na přírodních podmínkách, které mohou být nestálé
- nemožnost skladování vyrobené elektrické energie (v současnosti velice finančně náročné)
- vyrobená energie je dražší v porovnání s klasickými elektrárnami
- nemožnost navýšení elektrického výkonu z důvodu blízkosti dalších vodních elektráren

Tabulka 1 - Náklady na rekonstrukci malé vodní elektrárny

	Skutečné náklady	Plánované náklady
Převodovky	960 000,-	960 000,-
Spodní ložiska	120 000,-	120 000,-
Hřídele	80 000,-	80 000,-
Generátory	180 000,-	180 000,-
Hrabadla	540 000,-	2 220 000,-
Lávka	180 000,-	2 390 000,-
Oprava jezu	3 380 000,-	3 700 000,-
Založení stavby	900 000,-	3 100 000,-
Vybudování rybiho přechodu	6 000 000,-	6 000 000,-
Oprava budov	750 000,-	1 390 000,-
Vyčištění a opravy kanálů	1 800 000,-	3 240 000,-
Česle	800 000,-	2 280 000,-
Zhotovení jímky na shrabky	80 000,-	320 000,-
Rozvaděče a připojení na rozvodnou síť	1 820 000,-	820 000,-
Celkové náklady	17 590 000,- Kč	26 800 000,- Kč

Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

5.1.1 **Ekonomika malé vodní elektrárny**

Tato malá vodní elektrárna je v provozu průměrně 350 dní v roce a při výkonu 110 kW vyrobí 924 000 kW elektřiny za rok.

Tabulka 2 - Provozní výsledky malé vodní elektrárny

	2014	2015	2016	2017	2018
Množství vyrobené elektrické energie [MW/rok]	926,64	905,32	945,28	949,83	933,4
Cena za [Kč/MWh] ⁶³	2 542	2 628	2 662	2 710	2 721
Provozní výnosy [Kč]	2 354 502	2 379 180	2 516 335	2 574 039	2 539 781
Provozní náklady [Kč]	826 325	1 023 526	936 547	984 523	899 479
Zisk před zdaněním [Kč]	1 528 177	1 355 654	1 579 788	1 589 516	1 640 302

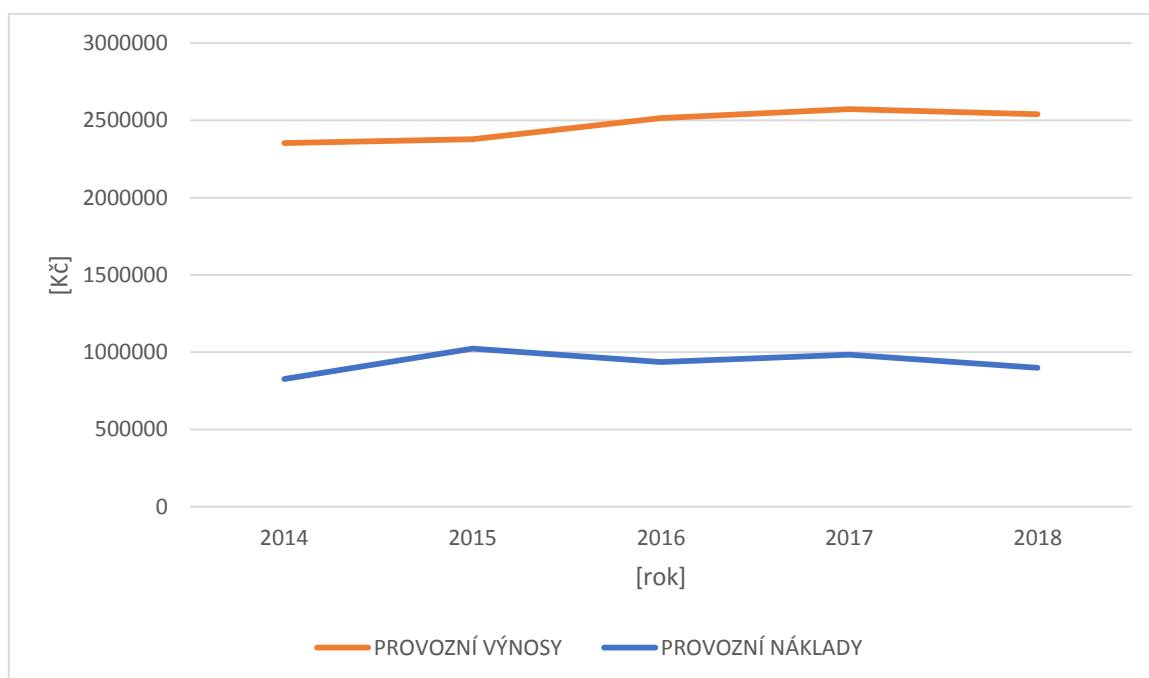
Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

Výše jmenovaná malá vodní elektrárna je provozována téměř 27 let. Za tuto dobu se podařilo odstranit počáteční technické problémy a v současné době lze konstatovat, že provoz vodní elektrárny je jak na straně výnosů, tak na straně nákladů téměř lineární bez větších výkyvů.

Jak je patrné z tabulky č. 2, množství vyrobené elektrické energie je po celou dobu hodnocených let téměř konstantní bez větších výkyvů. Výkupní cena elektřiny v tomto období mírně stoupá z 1988 Kč/MW v roce 2014 až na 2152 Kč/MW v roce 2018, což představuje roční nárůst 8,6 %. Naopak zelené dotace, které jsou závislé na vyhlášení Energetického regulačního úřadu, se vyznačují za první čtyři sledované roky nárůstem a v pátém sledovaném roce hodnota zelených dotací klesá.

⁶³ ERÚ: *Domovská stránka* [online]. Jihlava: Energetický regulační úřad, 2018 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/>

Graf 2 - Průběh nákladů a výnosů malé vodní elektrárny

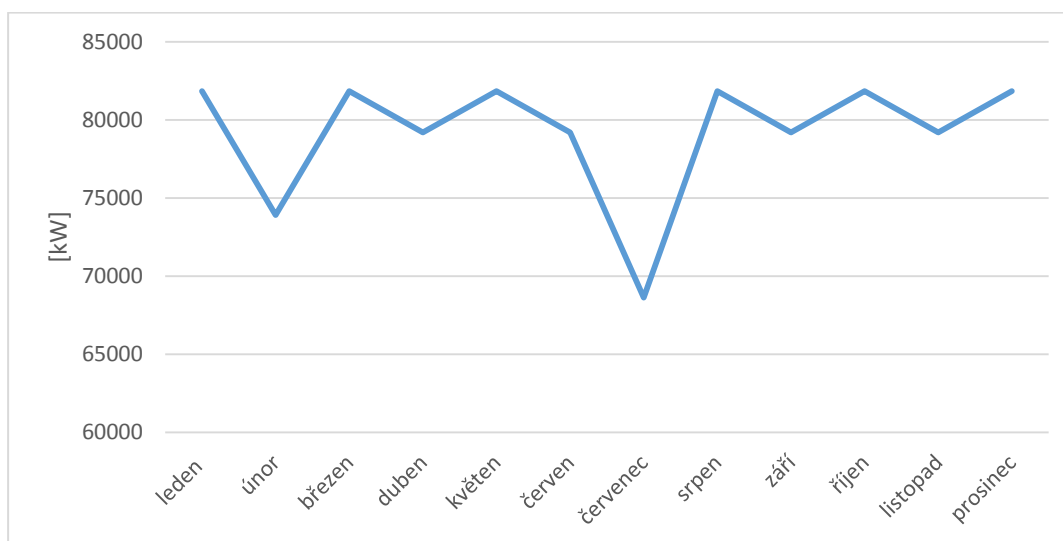


Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

Provozní výnosy prakticky kopírují úroveň dotací v daném roce. První čtyři roky se vyznačují růstem a v pátém roce, kdy klesá hodnota zelených dotací, klesá i provozní výnos, z čehož lze usuzovat, že tyto veličiny jsou na sobě závislé.

Provozní náklady v prvním sledovaném roce a v pátém sledovaném roce mají nejnižší hodnotu, což bylo způsobeno bezporuchovým provozem celé technologie a náklady byly vynaloženy jen na běžnou údržbu. V roce 2015 a 2017 mají provozní náklady podstatně vyšší hodnotu, v které se odráží skutečnost, že po dvou letech je nutné vyměnit některé komponenty (ložiska, ucpávky). V roce 2016 můžeme sledovat středně vysoké provozní náklady, přestože v tomto roce nedochází k obměně komponent, bylo nutné zainvestovat do menší opravy vtokových jemných česlí.

Graf 3 - Produkce elektrické energie malé vodní elektrárny v průběhu roku 2017



Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

Podle grafu č. 3, lze konstatovat, že produkce elektrické energie je průběhu celého roku prakticky konstantní. Větší výkyv se projevuje v červenci, kdy bylo zařízení odstaveno na pět dní z důvodu běžné údržby (výměna oleje, kontrola ložisek a revize elektro zařízení).

5.1.2 Zhodnocení efektivity vodní elektrárny

Na základě spolehlivosti této vodní elektrárny lze predikovat vývoj ekonomiky provozu do blízké budoucnosti. Provozovatel samozřejmě sleduje všechny moderní trendy v oblasti malých vodních elektráren a hodlá provoz stále zefektivňovat, zejména za pomoci moderních řídicích systémů, které umí včas zareagovat na případné změny množství vody tím, že přenastaví lopatky rozváděcího kola dle aktuálního průtoku. Přestože tuto malou vodní elektrárnu nelze technicky rozšířit o další nebo výkonnější turbínu v důsledku stávajících přírodních podmínek, hledá provozovatel další možnosti zefektivnění provozu. Jako velmi výhodné se ukázalo využití tepla vznikajícího při chlazení převodových skříní. Toto odpadní teplo se využívá k ohřevu teplé užitkové vody a k vytápění budovy. Tím dochází ke snížení provozních nákladů.

Na základě tohoto konkrétního případu lze konstatovat, že pokud jsou vhodné přírodní podmínky, je provoz vodní elektrárny velice efektivní. Malá vodní elektrárna může být výbornou alternativou pro zajištění energetické soběstačnosti přilehlých obcí, případně zajištění provozu malé firmy. Pokud se blízké budoucnosti podaří vyřešit skladování elektrické energie pomocí akumulátorů, bude ekonomika provozu více efektivní.

Z hlediska legislativní náročnosti nepředstavuje pořízení a provozování malé vodní elektrárny za neřešitelný problém. K financování rekonstrukce nebo výstavby vodní elektrárny lze využít systému státních nebo evropských dotací.

5.2 Bioplynová stanice

Druhým zkoumaným objektem je bioplynová stanice ve středních Čechách. Historie firmy se datuje do roku 1995, kdy došlo založení akciové společnosti. Jejím hlavním podnikatelským záměrem byla rostlinná a živočišná výroba. V roce 2010 začala akciová společnost s přípravou výstavby bioplynové stanice, kde by se spotřebovávaly produkty jím vyrobené. Tato bioplynová stanice je v provozu od roku 2012 a je součástí zemědělského družstva. Pořizovací náklady na výstavbu bioplynové stanice byly 60 000 000 Kč. Stanice vyrábí nejen elektrickou energii, ale také teplo. Teplo se využívá jen pro vlastní potřebu a to vytápění vlastní sušárny, kde se suší sláma, seno, obilí a kukuřice. V roce 2011 byl zpracován projekt na vytápění blízké vesnice, ale po provedení ekonomických výpočtů bylo zjištěno, že by návratnost byla delší než 15 let, tak se od záměru upustilo.

Obrázek 14 - Bioplynová stanice



Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

K produkci bioplynu se využívá převážně kukuřice, slepičí hnůj a řepné řízky. Kukuřice a cukrová řepa se pěstují na 300 hektarech. Cukrová řepa je prodávána cukrovaru a řepné řízky jsou vykupovány zpět za zvýhodněnou cenu 100 Kč/t.

Mezi výhody této bioplynové stanice patří:

- ohleduplnost k životnímu prostředí
- nízká hlučnost
- odpad lze použít jako hnojivo
- rychlá návratnost investic

Mezi nevýhody bioplynové stanice patří:

- poruchovost motorů
- závislost na přírodních podmínkách a zdrojích
- vysoké počáteční investice
- velké objemy paliva
- nutnost velkých skladovacích ploch a sušáren

Bioplynová stanice se skládá z fermentoru, dofermentoru, dvou míchadel, skladovací jímky, dopravníků, dvou motorů a trafostanice. Pro výrobu elektrické energie a tepla se používá kukuřice, slepičí hnůj a řepné řízky. Tato směs je po 30 minutách dávkována do fermentoru a dofermentoru, kde spolu s vodou dochází ke kvašení a tím k produkci bioplynu. Vyroběný bioplyn má teplotu 50 °C. Bioplyn se shromažďuje v horní části fermentoru. Odtud je potrubím dopravován přes chladiče (plyn se zchladí na 14 °C) a vymrazovací sušky (dochází k odloučení vody) do motorů. Ve dvou motorech MAN je plyn spalován. Jeden motor má výkon 220 kW/h a druhý 250 kW/h.

Odpadem při výrobě bioplynu je digestát, který se dále využívá jako organické hnojivo na pole. Roční produkce digestátu je asi 10 000 m³.

Tabulka 3 - Náklady na pořízení bioplynové stanice

	Náklady
Stavební část	18 634 000
Strojní část	29 874 000
Elektroinstalace (trafo, měnič, kabely atd.)	11 492 000
Celkové náklady na pořízení	60 000 000,- Kč

Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

5.2.1 Ekonomika bioplynové stanice

V tabulce č. 4 můžeme vidět, že množství vyrobené elektrické energie se projevuje jen s menšími výkyvy, s výjimkou roku 2018. V tomto roce k došlo k havárii motoru, tudíž k nutné odstávce části zařízení a k výpadku výroby.

Cena za výkup elektrické energie se ve sledovaném období nemění. Hodnota zelených dotací v prvních čtyřech letech roste v rozsahu 5 % a v pátém roce dochází k mírnému poklesu.

Tabulka 4 - Provozní výsledky bioplynové stanice

	2014	2015	2016	2017	2018
Množství vyrobené elektrické energie [MW/rok]	4 444	4 983	4 613	4 564	3 840
Cena za [Kč/MWh] ⁶⁴	4720	4710	4724	4730	4732
Provozní výnosy [Kč]	20 975 680	23 469 930	21 791 812	21 587 720	18 170 880
Provozní náklady [Kč]	15 985 218	14 832 854	14 552 199	14 387 231	17 784 834
Zisk před zdaněním [Kč]	4 990 462	8 637 076	7 239 613	7 200 489	386 046

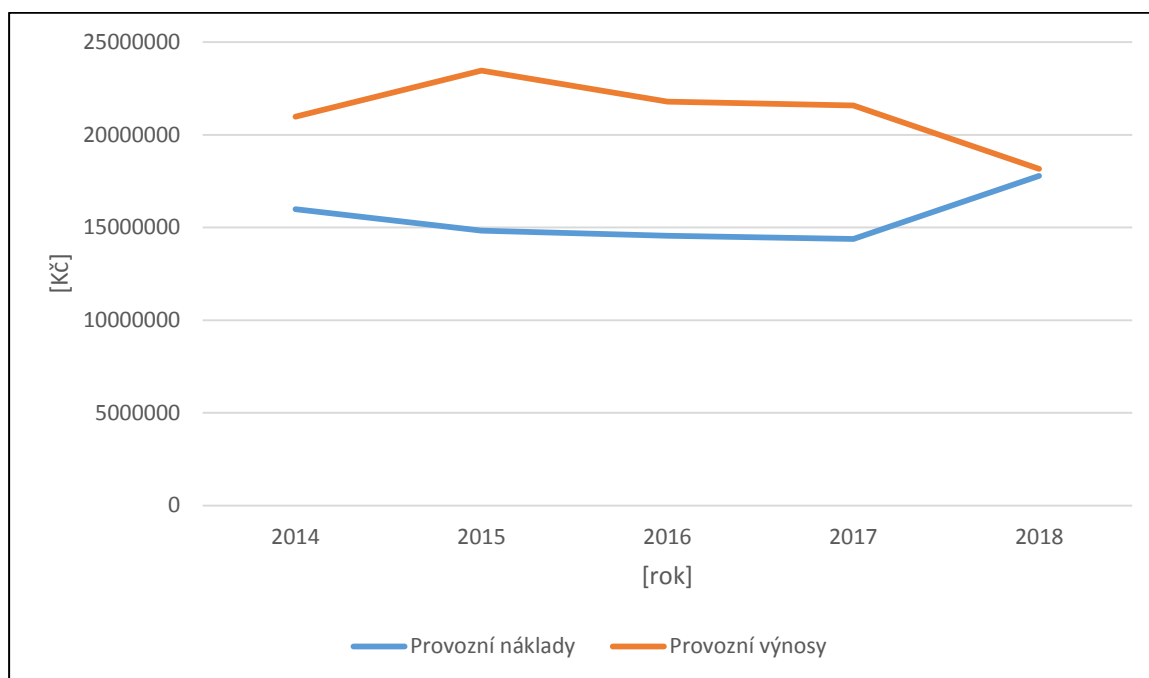
Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

V prvním a pátém sledovaném roce byl provozní výnos na nejnižší úrovni z důvodu technických poruch. V roce 2015 je naopak nejvyšší, což se projevilo v důsledku příznivých zemědělských podmínek a z toho plynoucí zvýšené výrovy biomasy. Rok 2016 a 2017 se projevuje průměrným výnosem.

⁶⁴ ERÚ: *Domovská stránka* [online]. Jihlava: Energetický regulační úřad, 2018 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/>

Provozní náklady v letech 2015 až 2017 konstantní výši provozních nákladů. V tomto období nedošlo k závažnější opravě zařízení a byla prováděna jen základní běžná údržba. V roce 2014 bylo zařízení ve zkušebním provozu, což se projevilo zvýšenými náklady na provoz. V roce 2018 došlo k havárii motoru a provozní náklady se zvýšily o 2 500 000 Kč.

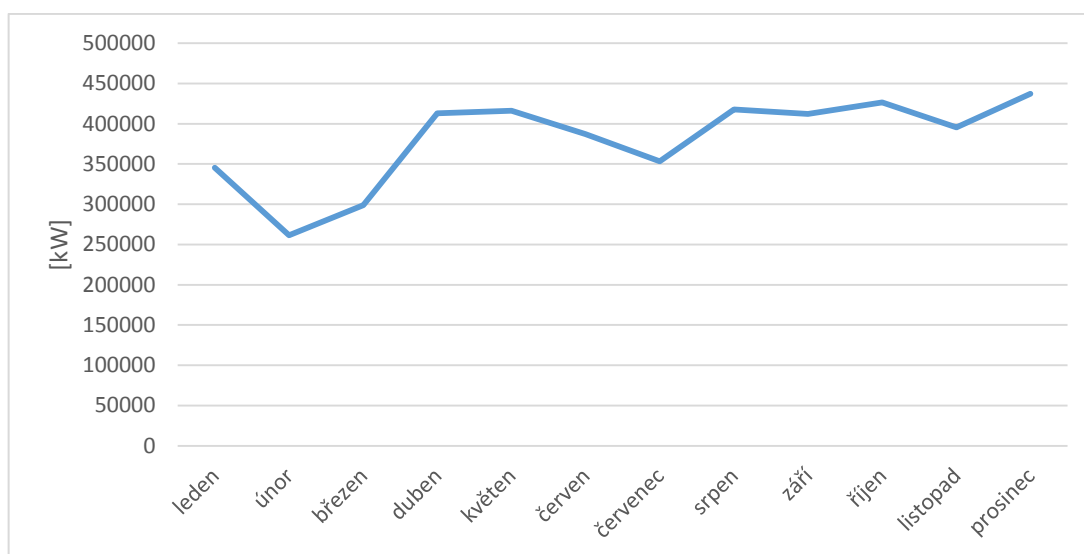
Graf 4 - Průběh nákladů a výnosů bioplynové stanice



Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

Na grafu č. 5 je patrné, že výroba elektrické energie během roku 2017 téměř konstantní, s výjimkou měsíce února, kdy byla prováděna pravidelná odstávka zařízení. V tomto měsíci se provádí pravidelná běžná údržba (výměna oleje, filtrů, ložisek a revize elektro zařízení).

Graf 5 - Produkce elektrické energie bioplynové stanice v průběhu roku 2017



Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

5.2.2 Zhodnocení efektivity bioplynové stanice

Na základě posouzení zkoumané bioplynové stanice lze konstatovat, že velkou výhodou je poměrně rychlé zhodnocení investovaných peněz do jejího pořízení. Jelikož se však jedná o poměrně vysokou částku, řádově několik desítek milionů korun, nebude pravděpodobně vhodná pro pořízení jednotlivcem, ale spíše lze předpokládat vhodnost pro menší firmu nebo obec.

Slabým místem této konkrétní elektrárny se jeví poruchovost výrobního zařízení a tím plynoucí problematické uznání případné reklamace. Při řešení těchto poruch, které nastanou v záruční době, je z hlediska komplikovanosti potřeba odborných posudků a doložení dodržování provozních předpisů.

Naopak velkou výhodou je schopnost zajistit provoz použitím odpadních produktů vznikajících z hlavní činnosti této firmy, jejichž likvidaci by firma vydala nemalé finanční prostředky.

Z hlediska legislativní náročnosti nepředstavuje pořízení problém, ale k provozování je nutné zabezpečit povolení příslušných kontrolních úřadů.

5.3 Fotovoltaická elektrárna

Dalším zkoumaným objektem, který využívá obnovitelné zdroje k výrobě elektrické energie, je fotovoltaická elektrárna nacházející se ve středních Čechách. Tato elektrárna byla postavena v letech 2008 a 2009 a má jmenovitý výkon 837 kW. Licenci na výrobu elektrické energie dostala od Energetického regulačního úřadu v listopadu 2009. Od této doby vyrábí elektrickou energii nepřetržitě. Výstavba fotovoltaické elektrárny byla zrealizována za pomoci cizích zdrojů. Jednalo se o částku téměř 105 milionů korun.

Obrázek 15 - Fotovoltaická elektrárna



Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

Přes poměrně vysoké náklady na pořízení fotovoltaické elektrárny tohoto konkrétního rozsahu a náročnější proces uvedení celé technologie do provozu, je návratnost investice poměrně příznivá. Z následující rovnice vyplývá, že toto energetické zařízení je již po devíti letech v režimu, kdy začne produkovat svému majiteli významné zisky.

Mezi výhody fotovoltaické elektrárny patří:

- Minimální hlučnost
- Nízké provozní náklady
- Jednoduchá údržba

Mezi nevýhody fotovoltaické elektrárny patří:

- Zabraní zemědělské půdy
- Narušení krajinného rázu
- Nemožnost ostrovního provozu
- Závislost na slunečním svitu
- Provoz je citlivý na legislativu

Fotovoltaická elektrárna je postavena na soukromém pozemku o rozloze 21729 m². Na této ploše je umístěno celkem 4050 ks fotovoltaických panelů. Panely byly dodány od německé firmy Schüco a mají jmenovitý výkon 205 W (2520 ks) a 210 W (1530 ks). Výkon jednotlivých panelů je závislý na čistotě ovzduší a na povětrnostních podmínkách. Ideální nastavení panelů v letním období by bylo takové, aby sluneční paprsek dopadal na panel kolmo. Pokud by se panely nastavily pro letní provoz, tak by v zimním období nevyráběly téměř žádnou elektrickou energii. Proto jsou panely nastaveny pod úhlem 30°, je to kompromis mezi dopadem slunečních paprsků v letním a zimním období. Další podmínkou usazení je, aby si jednotlivé panely nestínily, to znamená, že ani 21. prosince, kdy je slunce nejnižší, není stín na žádném z panelů. Pokud by byl jeden panel zastíněn, došlo by k vyřazení celého řetězu panelů a výkon elektrárny by se snížil. Zapojení jednotlivých panelů je sériové.

Fotovoltaická elektrárna je k síti připojena systémem on - grid, to znamená, že je k rozvodné síti připojena trvale. Tento systém se uplatňuje v místech, kde je velká hustota rozvodných sítí. Účinnost elektrárny na střídačích je 96 %, když z této účinnosti odečteme ztráty na trafostanici, tak nám celková účinnost vychází na 91 %. Aktuální výkon elektrárny je možné sledovat díky aplikaci v mobilním telefonu.

Tabulka 5 - Náklady na pořízení fotovoltaické elektrárny

	Náklady
Fotovoltaické panely 210 W	28 888 840
Fotovoltaické panely 205 W	45 840 880
Elektroinstalace (trafo, měnič, kabely atd.)	15 987 080
Stavební část (oplocení, základy konstrukce atd.)	13 548 200
Celkové náklady na pořízení	104 265 000,- Kč

Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

5.3.1 Ekonomika fotovoltaické elektrárny

Fotovoltaická elektrárna je v provozu celoročně a při jmenovitém výkonu 837 kW vyrábí průměrně přes 900 000 kWh/rok.

Fotovoltaická elektrárna je v provozu 9 let a po celou dobu je provozována bez poruchy. Množství vyrobené elektrické energie je závislé na intenzitě slunečního svitu a na počtu slunečních dní. V závislosti na těchto aspektech byl velmi úspěšným rok 2015, kdy vzhledem k ideálním podmínkám překročila výroba elektrické energie 900 000 kWh/rok a rok 2018, ve kterém bylo vyrobeno o 30 000 kWh/rok více než v roce 2015. Výkupní cena elektrické energie se každoročně zvyšuje o 30 hal/kWh.

Tabulka 6 - Provozní výsledky fotovoltaické elektrárny

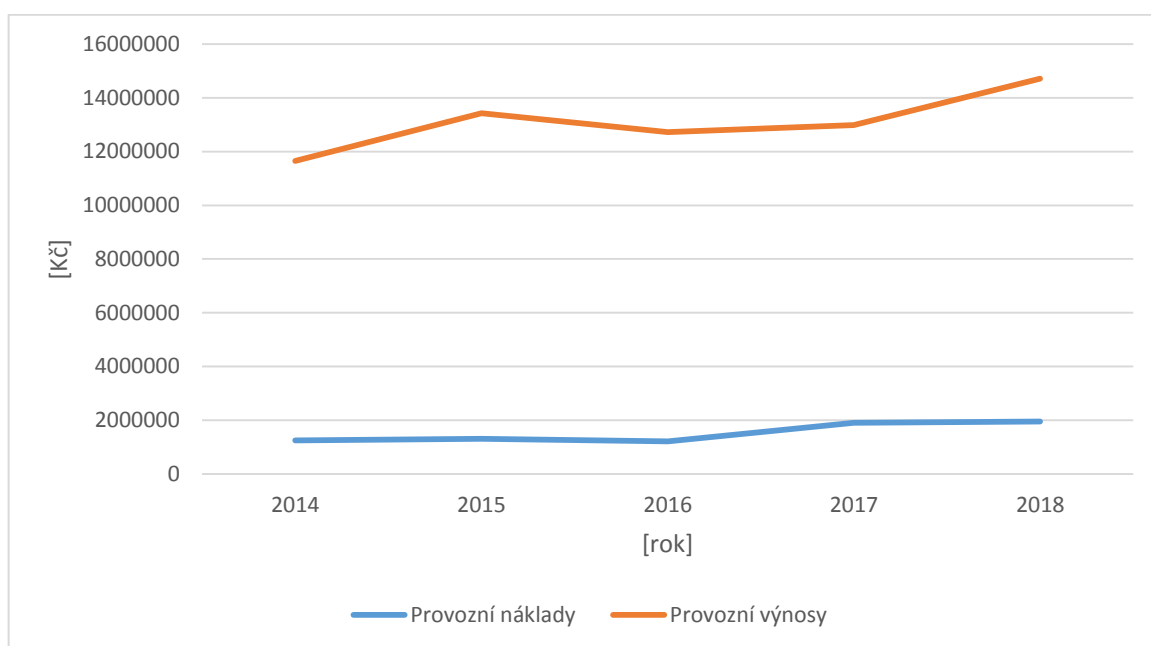
	2014	2015	2016	2017	2018
Množství vyrobené elektrické energie [MWh/rok]	824,13	930,85	865,36	865,61	961,39
Cena za [Kč/MWh] ⁶⁵	14 139	14 422	14 710	15 004	15 304
Provozní výnosy [Kč]	11 652 365	13 424 776	12 729 387	12 987 552	14 713 189
Provozní náklady [Kč]	1 243 000	1 314 000	1 215 000	1 900 000	1 948 000
Zisk před zdaněním [Kč]	10 409 365	12 110 776	11 514 387	11 087 552	12 765 189
Zisk po zdanění [Kč]	8 431 566	9 809 729	9 326 653	8 980 917	10 339 803

Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

⁶⁵ ERÚ: *Domovská stránka* [online]. Jihlava: Energetický regulační úřad, 2018 [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/>

Z grafu č. 6 je patrné, že průběh křivky provozních nákladů je prakticky lineární, což ukazuje na bezporuchovost provozu zkoumaného zdroje. Křivka výnosů nemá lineární průběh. Stoupající tendenci má v roce 2015 a 2018, kdy se v těchto letech odráží počet slunečních dní.

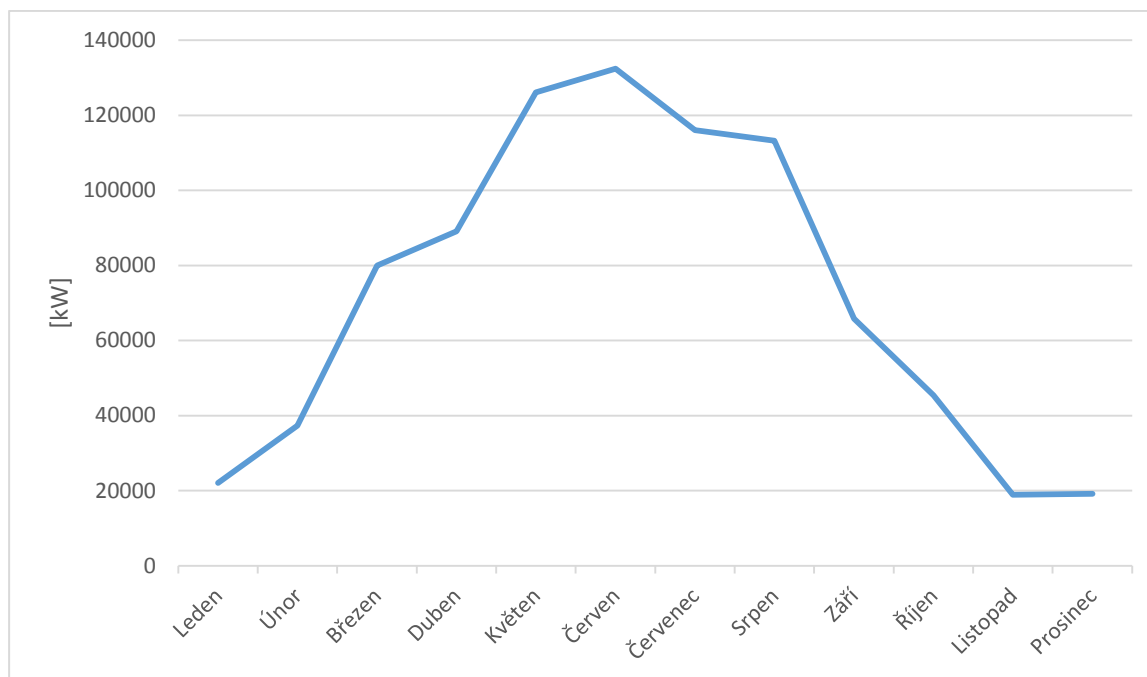
Graf 6 - Průběh nákladů a výnosů fotovoltaické elektrárny



Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

V grafu č. 7 je křivka výroby elektrické energie v průběhu roku. Modelovým rokem je rok 2017. Z grafu je zřejmé, jak je závislá výroby elektrické energie na ročním období. Rozdíly mezi jednotlivými měsíci v daném roce činí i několik desítek procent. Tato nevyrovnanost je hlavní nevýhodou při získávání elektrické energie ze slunečního svitu.

Graf 7 - Produkce elektrické energie fotovoltaické elektrárny v průběhu roku 2017



Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

5.3.2 Zhodnocení efektivity fotovoltaické elektrárny

Fotovoltaická elektrárna se vyznačuje poměrně vysokou spolehlivostí provozu bez nutnosti větších investic do údržby. Jedenkrát za pět let se provádí větší údržba systému, seřízení nosných konstrukcí, dotažení spojů na elektro části a revize elektro zařízení. I tato větší údržba se pohybuje v desítkách tisíc korun a není tudíž žádným výrazným zásahem, který by výrazně ovlivnil ekonomiku provozu. Jediným slabým faktorem provozu elektrárny je pokles výkonu panelů, který je způsoben přirozeným opotřebením této části technologie. Ročně se jedná o pokles výkonu cca o 0,8 %. Přesto se vyplatí panely provozovat v delším časovém horizontu, protože případná výměna za nové by znamenala změnu výkupní ceny dle aktuálního sazebníku Energetického regulačního úřadu. Tato případná změna je kompenzována tím, že pořizovací cena nového panelu se snížila z 3,1 €/W na nynější 0,8 €/W.

Z hlediska legislativní náročnosti je vyřízení povolení na výstavbu a provoz fotovoltaické elektrárny s výkonem nad 20 kW poměrně náročné. Náročné je zejména vyjmutí zemědělské půdy z půdního fondu a povolení z Úřadu pro ochranu životního prostředí. Dalším faktorem, se kterým musí případný investor počítat, je i pokles výkupních cen elektrické energie.

5.4 Větrná elektrárna

Větrná elektrárna, která je zkoumána v této části práce se nachází v Libereckém kraji. Provozuje ji menší obec již 16 let. Příprava projektu výstavby větrné elektrárny začala v roce 2001 a necelé trvala dva roky. Samotná výstavba 2 ks větrných elektráren o jmenovitém výkonu 2 x 600 kW byla zahájena na podzim roku 2002 a ukončena v květnu 2003. Po tří měsíčním zkušebním provozu byla větrná elektrárna 20. 8. 2003 spuštěna. Celkové investice na výstavbu činily 61,9 milionů korun. Výstavba byla podpořena dotací od SFŽP ČR ve výši 45 %, půjčkou ve výši 40 % a 15 % činily vlastní prostředky.

Obrázek 16 - Větrné elektrárny



Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

Mezi výhody této větrné elektrárny patří:

- Spolehlivost
- Zaručený příjem do obecního rozpočtu

Mezi nevýhody patří:

- Hlučnost
- Nižší účinnost oproti současným větrným elektrárnám

Větrné elektrárny dodala firma Enercon. Tyto větrné elektrárny byly v novodobé historii uvedeny do provozu jako první na území České republiky. V době jejich uvedení do provozu nebylo vyžadováno žádné měření větru, stačil pouze posudek Ústavu fyziky atmosféry akademie věd ČR. Na základě posudku se předpokládalo, že roční zisk bude kolem 6 mil. korun. Realita však ukázala, že zisk je podstatně nižší a to o 1 – 1,5 mil. Kč. Výstavba těchto elektráren byla pilotním projektem, na kterém si všichni zúčastnění tento projekt vyzkoušeli a chtěli vědět všechny podrobnosti. Od této doby je před schválením nové stavby vyžadováno měření větru. Tento projekt by se v dnešní době nedal realizovat, protože větrné podmínky na tomto místě nejsou ideální. Větrné elektrárny fungují jen proto, že tento projekt byl pilotní a že byl podpořen dotací ze Státního fondu životního prostředí. Tuto podporu už v dnešní době nemůžeme využít. Stát výstavbu nových větrných zdrojů podporuje garantovanou výkupní cenou po dobu 20 let.

Obec splatila úvěr v roce 2016 a od této doby je veškerý zisk součástí obecního rozpočtu. Obě elektrárny vytočí ročně 4 – 4,5 mil korun. Z této částky byl do roku 2016 splácen úvěr ve výši 1,5 mil. korun a cena servisních prací činila také průměru 1,5 mil. korun. Servisní činnosti zajišťuje dodavatel technologie, ze strany obce je tento projekt bezúdržbový, protože má svůj řídicí systém, který on – line, informuje servisní středisko v Německu. V případě, že nastane nějaký problém, tak jako první to vědí v servisním středisku. Tuto závadu se snaží nejdříve vyřešit softwarově a až poté vysílají servis přímo na místo. Pravidelná servisní prohlídka se provádí 4 x ročně. Provádí se údržba elektronických částí, mechanických částí, rozvodny měniče, generátoru a usměrňovače.

Výška větrných elektráren je od paty ke středu vrtule 65 m a průměr vrtule je 44 m. Celková hmotnost elektrárny je 120 tun. Hlavní nosnou konstrukcí je železobetonový základ o průměru 13 metrů a je zapuštěn do hloubky 2,5 metru. Větrná elektrárna se skládá ze základu, sloupu, gondoly, generátoru a větrné turbíny s lopatkami. Generátor má stejné otáčky jako vrtule, protože větrné elektrárny nemají převodovku. Přeměnu otáčivého pohybu na elektrický proud zajišťuje mnohápólový synchronní generátor, který vyrábí proud o různé frekvenci, to znamená, že se vyrobený proud musí nejdříve usměrnit, ve střídači se stejnosměrný proud přemění na střídavý a ten pokračuje do transformátoru a pak přímo do rozvodné sítě.

Elektrárna je v provozu celoročně. Minimální výrobní rychlost větru je 2,5 m/s a maximální rychlost je 34 m/s. Když začne foukat vítr, lopatky se začnou otáčet a když

řídící systém vyhodnotí, že rychlost větru je dostatečná, tak spustí buzení generátoru a tím se začne vyrábět elektrický proud. Maximální výkon elektrárny hlídá také řídící systém elektrárny, který nepřetržitě vyhodnocuje směr a rychlost větru a podle toho nastavuje natočení rotoru a listů lopatek. Lopatky rotoru jsou vyhřívány jako jedny z mála v České republice. V listu lopatek jsou dva propojené kanály, do kterých je vháněn pomocí ventilátorů teplý vzduch. Tento ohřev se spouští jen v případě, že řídící systém vyhodnotí námrazu na listech.

Tabulka 7 - Náklady na pořízení větrné elektrárny

	Náklady
Stavební část	28 500 000
Strojní část	33 400 000
Celkové náklady na pořízení	61 900 000,- Kč

Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

5.4.1 Ekonomika větrné elektrárny

Výroba elektrické energie z těchto elektráren přináší obci poměrně velké finanční prostředky a část těchto peněz je převedena do obecního Fondu životního prostředí. Z tohoto fondu může každý občan požádat o dotaci na svůj environmentálně přínosný projekt. Tímto projektem může být například zateplení domu, výměna oken, výstavba čističky atd. Občané mohou žádat o dotaci jednou za rok. Výše stanovené podpory je omezená na částku 20 % ceny projektu a tato částka nesmí převýšit 15000 Kč. Získání této podpory není administrativně náročné, stačí napsat žádost na Obecní úřad, Tuto žádost následně schvaluje zastupitelstvo obce. Toto je velká výhoda, protože při podání žádosti Zelená úsporám tuto částku mohou využít jako vlastní prostředky. Zbytek peněz z výroby elektrické energie je multiplikován k žádostem o dotaci např. na opravu školy nebo Obecního úřadu.

Tabulka 8 - Provozní výsledky větrné elektrárny

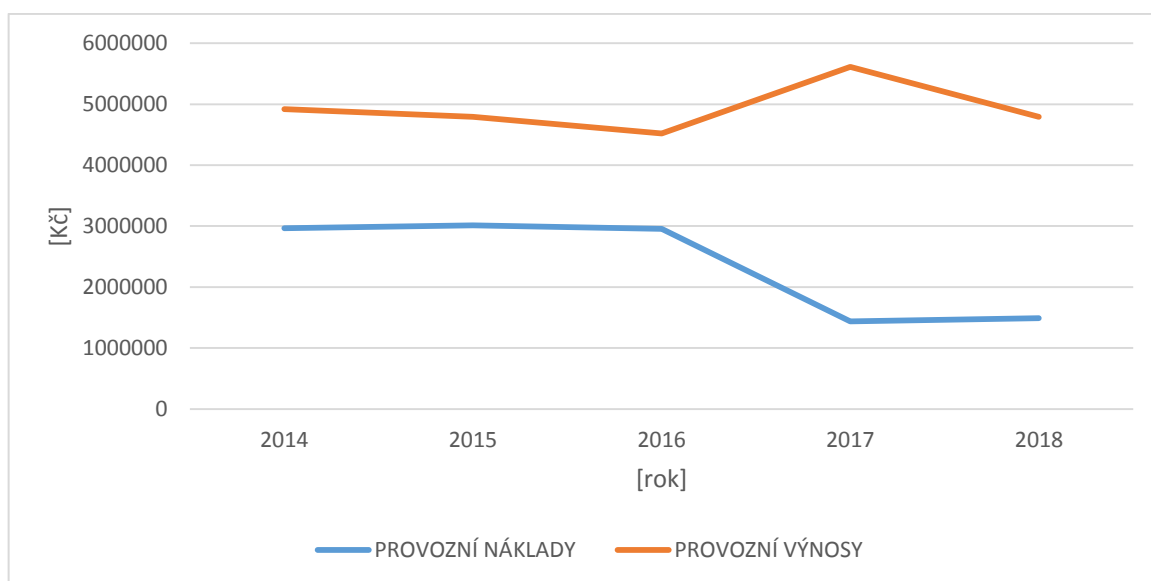
	2014	2015	2016	2017	2018
Množství vyrobené elektrické energie [MW/rok]	1216	1 185	1124	1 355	1 163
Cena za [Kč/MWh] ⁶⁶	4 045	4 046	4 020	4 142	4 123
Provozní výnosy [Kč]	4 918 720	4 794 510	4 518 480	5 612 410	4 795 049
Provozní náklady [Kč]	2 956 320	3 015 214	2 957 658	1 435 280	1 490 541
Zisk před zdaněním [Kč]	1 962 400	1 779 296	1 560 822	4 177 130	3 304 508

Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

Z tabulky číslo 8 je patrné, že množství vyrobené elektrické energie není za sledované období přesně konstantní, což je způsobeno přírodními podmínkami v dané lokalitě, konkrétně větrným prouděním během roku. Přesto není v období pěti sledovaných let žádný fatální výpadek ve výrobě, z čehož lze usuzovat, že tato technologie výroby elektrické energie z obnovitelného zdroje je velmi ekonomicky lukrativní a poměrně spolehlivá.

⁶⁶ ERÚ: *Domovská stránka* [online]. Jihlava: Energetický regulační úřad, 2018 [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/>

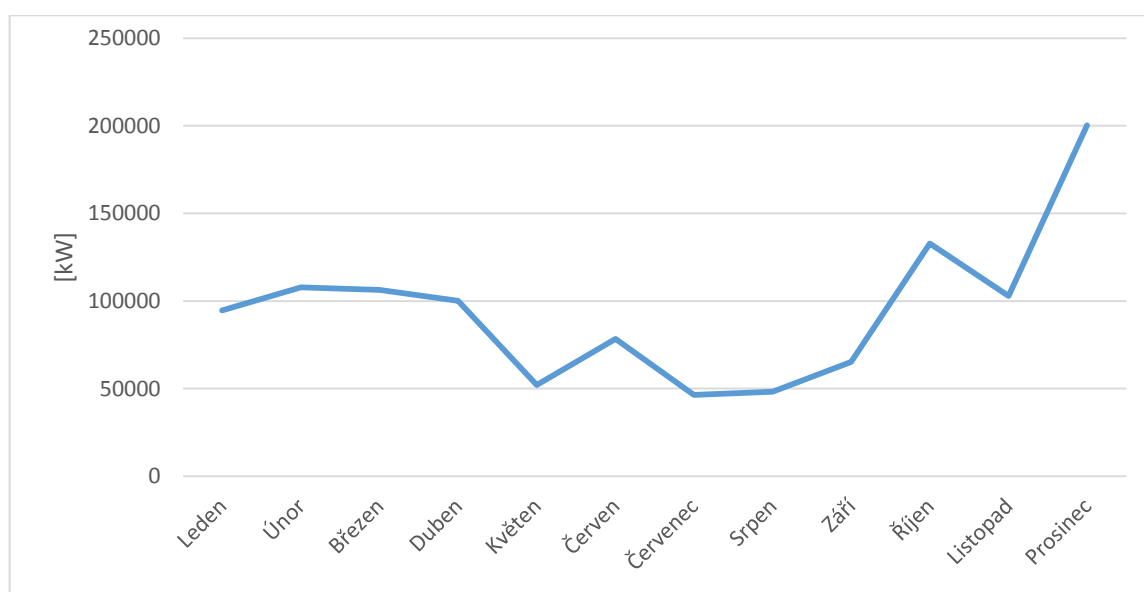
Graf 8 - Průběh nákladů a výnosů větrné elektrárny



Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

V grafu č. 8 jsou porovnávány provozní náklady a provozní výnosy konkrétní větrné elektrárny. Náklady na údržbu jsou každoročně konstantní a až do roku 2016 je křivka nákladů ovlivněna nutností splácet bankovní úvěr. Od roku 2017 již křivka vykazuje podstatný pokles, úvěr byl splacen a provozní náklady jsou tvořeny pouze náklady na údržbu. Křivka provozních výnosů vykazuje několik nepravidelných výkyvů oběma směry, je ovlivněna přírodními podmínkami v daném období.

Graf 9 - Produkce elektrické energie větrné elektrárny v průběhu roku 2017



Zdroj: Vlastní výzkum (vlastní zpracování)

V grafu č. 9 nám křivka znázorňuje výrobu elektrické energie v závislosti na ročním období. Nejvyšších hodnot dosahuje výroba energie v měsících listopadu a prosinci, kdy je oproti zbytku roku až dvojnásobná.

5.4.2 Zhodnocení efektivity větrné elektrárny

Technologie výroby elektrické energie za využití větru se vyznačuje poměrně stabilním průběhem. Pokud je větrná elektrárna pravidelně kontrolována a technologická údržba je dodržována podle pokynů dodavatele technologie, provoz probíhá bez větších závad. I za méně příznivých přírodních podmínek lze z větrné elektrárny získat poměrně významné množství energie, protože zařízení lze regulovat například variabilním nastavením lopatek a rotoru podle síly a směru větru. To znamená, že i při slabším proudění lze elektrárnu provozovat při správné konfiguraci zařízení. Z hlediska finanční návratnosti investic patří provozování větrných elektráren k nejvýhodnějším produktům, větší překážkou při rozhodování zda elektrárnu postavit a provozovat je vysoká počáteční investice do zařízení.

Z legislativního pohledu se v podstatě provoz větrné elektrárny neliší od ostatních technologií využívajících obnovitelné zdroje k výrobě energie. Jediným rozdílem je skutečnost, že při vyšším stožáru než je 50 metrů, nastává povinnost posouzení a vyhodnocení vlivu stavby na životní prostředí – EIA.

5.5 Legislativa

Výstavba obnovitelného zdroje musí být v souladu s územním plánem příslušné obce. Žádost o stavební povolení se podává k příslušnému úřadu s rozšířenou působností.

Územní rozhodnutí dříve povoloval stavební odbor a v případě, že se jednalo o vodní dílo, stavbu povoloval odbor životního prostředí a zemědělství.

Obecně platí, že obnovitelné zdroje jsou z hlediska povolování rozděleny podle instalovaného výkonu. U zdrojů s výkonem do 20 kW, s výjimkou vodního díla, není vyžadováno stavební povolení, ale ohlášení o umístění stavby dle §103 odst. 1 písm. e) stavebního zákona č. 183/2006 Sb. (územní rozhodnutí o umístění stavby). U těchto staveb je potřeba doložit pouze souhlas majitelů sousedních pozemků.

U staveb s výkonem nad 20 kW a vodní díla se povolení vydává ve společném řízení dle §94 písm. j) zákona 183/2006 Sb.

K podání žádosti o stavební povolení je nutné dodat:

- 3 x projektovou dokumentaci zpracovanou autorizovanou osobou
- Závazná stanoviska dotčených orgánů (Krajské hygienické stanice, hasičů, odboru životního prostředí dle konkrétního místa, odboru ochrany půdního fondu, zemědělského půdního fondu, odboru ochrany přírody)
- Závazná stanoviska technické infrastruktury (ČEZ, RWE, vodárny, Českého telekomunikačního úřadu, Českých drah, Drážního úřadu, případně Čepro).

Informace o tom, které orgány musíme oslovit, získáme na příslušné stavebním úřadě.

Pokud se jedná o vodní dílo, je postup odlišný. Výstavba vodního díla se řídí vodním zákonem č. 254/2001 Sb. Žádost o výstavbu vodní elektrárny je nutné podat na příslušný vodoprávní úřad – odbor vodního hospodářství.

Součástí žádosti musí být:

- Územní rozhodnutí
- Doklad o nakládání s vodami
- Stanovisko orgánu ochrany přírody podle zákona č. 114/1992 Sb.
- OKEČ – číselný kód druhu ekonomické činnosti
- Parcelní čísla pozemků místa nakládání s vodami
- 2 x projektová dokumentace
- Údaje o maximálním spádu
- Navrhovaný způsob měření množství vody
- Závazné stanovisko ČEZ, HZS, sítě a technická infrastruktura, státní plavební správy, povodí, Krajské hygienické stanice
- Manipulační a provozní řád
- Další dokumenty dle umístění stavby jako např. Správa a údržba silnic, Policie ČR, české dráhy apod.

Po prostudování výše uvedených dokumentů vydá vodoprávní úřad své stanovisko, které následně předá Odboru výstavby k dalšímu projednání.

Veškeré výstavby se řídí stavebním zákonem č. 183/2006 Sb. Místo, kde může být stavba umístěna, hovoří §18 Cíle a úkoly územního plánování. Tento zákon byl novelizován zákonem 225/2017 a odst. 5. Technická infrastruktura nám upřesňuje, co se může stavět v nezastavěném území. Žádost o stavební povolení je možné podat dvěma způsoby. První způsob je zažádat o koordinované stanovisko (příloha č. 1), to znamená, že žadatel podá jen

jednu žádost na stavební odbor a vyjádření ostatních odborů si příslušný úřad vyřídí sám. Vyjádření všech odborů se dávají do jednoho stanoviska, které následně podepisuje starosta nebo tajemník a podpisem se stává závazným. Koordinované stanovisko nelze podat v případě, když v blízkosti stavby bude CHKO nebo památka, protože se povolování řídí podle Zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. Druhým způsobem je to, že žadatel podá žádost na každý zúčastněný odbor zvlášť a každý tento odbor vydá svoje závazné stanovisko samostatně.

Na vydání stavebního rozhodnutí má stavební úřad dva měsíce. Stavební úřad nejdříve obesílá účastníky stavebního řízení o jeho zahájení. Účastníkem stavebního řízení jsou všechny dotčené orgány a majitelé sousedních pozemků. Účastníci řízení mají 15 dní na vyjádření se ke stavebnímu řízení. Následně probíhá stavební řízení, to znamená prostudování stavební dokumentace a kontroly všech podkladů, které stavebník dodal. Po skončení stavebního řízení jsou účastníci obeznámeni o jeho ukončení a mají možnost podat odvolání proti tomuto rozhodnutí. Odvolat se mohou opět do 15 dnů. Pokud se některý z účastníků odvolá nebo dojde k nesouhlasu dotčeného orgánu např. Ochrany přírody a krajiny, stavební odbor musí tuto námitku projednat. Podanou námitku buď zamítne a stavebník může stavět, nebo námitce vyhoví a stavebník musí doložit chybějící dokumenty nebo potřebná měření (např. měření hluku) pro vydání souhlasu se stavbou. Povolení na výstavbu je platné dva roky. Pokud stavebník v této době nezačne stavět, může zažádat o prodloužení platnosti stavebního povolení. Pokud nepožádá o prodloužení, povolení pozbývá platnosti a je nutné zažádat o zahájení nového stavebního řízení.

V určitých případech je nutné posouzení a vyhodnocení vlivu stavby na životní prostředí – EIA (Environmental Impact Assessment). Jedná se o získání představy, jaký bude mít stavba na životní prostředí a jestli je vhodné ji realizovat. Vyhodnocení má pouze doporučující charakter a není možné se proti tomuto rozhodnutí odvolat. EIA byla uvedena zákonem č. 244/1992 Sb. Do roku 2015 jsme se řídili novelou č. 100/2001 Sb. O posuzování vlivů na životní prostředí. V této novele došlo k upřesnění některých paragrafů a doplnění o směrnici Evropské rady č. 85/337/EHS O posuzování vlivů některých veřejných a soukromých záměrů na životní prostředí. V roce byla schválena další novela č. 39/2015 Sb. Tato novele byla doplněna o možnost zapojení široké veřejnosti v době, kdy se připravuje záměr projektu. Účastníkem řízení se může stát i nevládní organizace pokud

existuje tři roky nebo pokud sesbírání 200 podpisů od občanů. Další výraznou změnou je ta skutečnost, že záměr projektu musí být zveřejněn na internetu v informačním systému EIA.

Při výstavbě obnovitelných zdrojů je zapotřebí souhlasného stanoviska EIA v těchto případech:

- U větrných elektráren s celkovým výkonem vyšším než 500 kW nebo s výškou stožanu přesahující 50 m⁶⁷
- Vodní elektrárny s výkonem nad 10 MW⁶⁸
- U průmyslových zařízení k výrobě elektrické energie, páry a teplé vody s výkonem nad 50 MW
- Při odlesňování pozemku pro stavbu zařízení, který je větší než 25 ha

Otázka legislativy pro oblast výroby energie z obnovitelných zdrojů se v posledních letech podstatně zjednodušila. Stále je ale jedním z nejproblematictějších faktorů, který fatálně ovlivňuje rozvoj a rozšíření těchto technologií.

^{67,68} ČESKO. Zákon č. 100/2001 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 2019-01-12]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-100>

6 Hodnocení a diskuse

Malá vodní elektrárna

Původní záměr provozovatele posuzované malé vodní elektrárny byl financovat stavbu celé technologie formou bankovního úvěru a stavbu realizovat za pomoci odborné firmy takzvaně na klíč. Tato předpokládaná konstalace faktorů slibovala návratnost investovaných prostředků za 18,4 roku. Podle odborných studií je hranice vhodné návratnosti investic 15 roků a méně. V případě této malé vodní elektrárny musíme přihlédnout ke skutečnosti, že provozovatel považuje své dílo za rodinné dědictví a návratnost investic je pro něho důležitou hodnotou, avšak nikoli stěžejní. Malou vodní elektrárnu by postavil a uvedl do provozu i v případě, že by pro něho neznamenal žádný finanční profit.

Plánovaná návratnost investice:

$$\frac{\text{Náklady na investici}}{\text{ØVýnosy}-\text{Ønáklady}} = \frac{26,8}{2,4-0,94} = \mathbf{18,4 \text{ let}}$$

V důsledku průtahů ze strany osloveného finančního ústavu a jisté míry nedůvěry této instituce při financování tehdy ještě výjimečného projektu se rozhodl provozovatel financování řešit jednak z vlastních zdrojů, jednak formou půjčky v rodině bez úroku. Omezené finanční zdroje donutili provozovatele řešit stavbu a uvedení malé vodní elektrárny do provozu převážně svépomocí, pouze některé vysoce odborné záležitosti byly zadány specializovaným firmám. Díky této šetrnosti a odvaze při realizaci se povedlo snížit návratnost investovaných prostředků na 12 let.

Skutečná návratnost investice:

$$\frac{\text{Náklady na investici}}{\text{ØVýnosy}-\text{Ønáklady}} = \frac{17,59}{2,4-0,94} = \mathbf{12 \text{ let}}$$

Skutečná efektivnost investice byla vypočtena na 8,75 %, což je pro tento konkrétní případ slušná hodnota.

Výpočet skutečné efektivnosti investic:

$$\frac{\text{ØVýsledek hospodaření}}{\text{Náklady na investici}} * 100 = \frac{1,54}{17,59} * 100 = \mathbf{8,75 \%}$$

Bioplynová stanice

Zemědělské družstvo, které bioplynovou stanicí v současné době provozuje, začalo realizaci stavby a uvedení do provozu za pomoci financování bankovním úvěrem. Stavbu provedla odborná firma systémem na klíč. Provozovatel vycházel s optimistického ekonomického výhledu, kdy předpokládal bezproblémový provoz celého zařízení. Návrh investice předpokládal poměrně rychlou a to za 6,9 roku. I v případě této technologie je finanční profit sice velmi důležitým, ale nikoli jediným faktorem. Družstvo využívá bioplynovou stanicí jako vhodný způsob likvidace zemědělského odpadu ze své hlavní činnosti.

Plánovaná návratnost investice:

$$\frac{\text{Náklady na investici}}{\text{ØVýnosy-Ønáklady}} = \frac{60}{21,8-14,1} = \mathbf{6,9 \text{ let}}$$

Bohužel v pátém roce provozu došlo k havárii jednoho z motorů a k odstavení části technologie. Tím poklesl objem vyrobené energie. V důsledku dlouhého reklamačního procesu a rovněž k složitému získání finančních zdrojů z pojistky bylo nutno optimistický ekonomický scénář přehodnotit a skutečnou návratnost investic přepočítat. Ta se posunula na 9,8 roku.

Skutečná návratnost investice:

$$\frac{\text{Náklady na investici}}{\text{ØVýnosy-Ønáklady}} = \frac{60}{21,6-15,5} = \mathbf{9,8 \text{ let}}$$

Skutečná efektivnost investice vychází po výpočtu na 9,48 %, což je velmi pozitivní ukazatel v daném segmentu.

Výpočet skutečné efektivnosti investic:

$$\frac{\text{ØVýsledek hospodaření}}{\text{Náklady na investici}} * 100 = \frac{5,69}{60} * 100 = \mathbf{9,48 \%}$$

Fotovoltaická elektrárna

Provozovatel fotovoltaické elektrárny měl možnost při plánování návratnosti investice vycházet ze zkušeností mnoha provozovatelů této technologie, neboť v době uvedení do provozu byl počet fungujících fotovoltaických elektráren na území České republiky již poměrně značný. Prvotní plán návratnosti investic byl stanoven na 7,95 roku. Výstavba fotovoltaické elektrárny byla zamýšlena jako vyloženě investiční příležitost a způsob

vhodného zhodnocení financí za využití státních dotací. Doba návratnosti je jediným a zásadním faktorem při rozhodování o realizaci.

Plánovaná návratnost investice:

$$\frac{\text{Náklady na investici}}{\text{ØVýnosy}-\text{Ønáklady}} = \frac{104,2}{14,4-1,3} = \mathbf{7,95 \text{ let}}$$

Skutečná doba návratnosti investice se jen mírně změnila na 8,98 roku, což je odchylka, která byla způsobena především méně příznivým počasím, zejména menším počtem slunečních dnů v prvních letech provozu.

Skutečná návratnost investice:

$$\frac{\text{Náklady na investici}}{\text{ØVýnosy}-\text{Ønáklady}} = \frac{104,2}{13,1-1,5} = \mathbf{8,98 \text{ let}}$$

Skutečná efektivnost investice je vypočtena na 9 %, což je ve skupině sledovaných technologií menší číslo, avšak vzhledem k menší náchylnosti technologie k výraznějším výkyvům v provozu je to hodnota celkem optimistická.

Výpočet skutečné efektivnosti investic:

$$\frac{\text{ØVýsledek hospodaření}}{\text{Náklady na investici}} * 100 = \frac{9,38}{104,2} * 100 = \mathbf{9 \%}$$

Větrná elektrárna

Provozovatelem větrné elektrárny je malá horská obec. Větrnou elektrárnu se rozhodla postavit a financovat za pomoci dotací. Plánovaná návratnost takovéto investice vyšla velmi optimisticky a to na dobu 11,76 roku. Obec chtěla technologii realizovat v rámci své environmentální politiky a hlavním faktorem při rozhodování o realizaci byla skutečnost, že vyrobená energie pochází z obnovitelných zdrojů a tudíž vhodně doplňuje portfolio dalších environmentálních kroků při provozu obce.

Plánovaná návratnost investice s dotacemi:

$$\frac{\text{Náklady na investici}-\text{dotace}}{\text{ØVýnosy}-\text{Ønáklady}} = \frac{61,9-27,8}{5,9-3,1} = \mathbf{11,76 \text{ let}}$$

Obec přemýšlela i nad výstavbou větrné technologie bez získání dotací. Plánovaná návratnost investic se rapidně prodloužila a to na neakceptovatelných 22,1 roku.

Plánovaná návratnost investic bez dotací:

$$\frac{\text{Náklady na investici}}{\text{ØVýnosy}-\text{Ønáklady}} = \frac{61,9}{5,9-3,1} = \mathbf{22,1 \text{ let}}$$

Skutečná návratnost investovaných prostředků za pomoci dotace se po uvedení elektrárny do provozu, rozešla fatálně s předpokládanou délkou návratnosti investic předpokládaných a plánovaných. Délka návratnosti se prodloužila na takřka dvojnásobnou dobu, konkrétně na 16 let. Důvodem byl nevhodně zvolený typ větrné technologie, který není vhodný pro konkrétní přírodní podmínky.

Skutečná návratnost investice s dotací:

$$\frac{\text{Náklady na investici}-\text{dotace}}{\text{ØVýnosy}-\text{Ønáklady}} = \frac{61,9-27,8}{4,93-2,8} = \mathbf{16 \text{ let}}$$

Při kontrolním výpočtu návratnosti investic v případě, že by obec dotace nezískala a provozovala pro svůj případ nevhodný typ technologie, narostla skutečná doba návratnosti investic na 29 let, což je absolutně neakceptovatelné.

Skutečná návratnost investic bez dotací:

$$\frac{\text{Náklady na investici}}{\text{ØVýnosy}-\text{Ønáklady}} = \frac{61,9}{4,93-2,8} = \mathbf{29 \text{ let}}$$

S výše uvedenými výpočty koresponduje i úroveň hodnoty vypočtené skutečné efektivnosti pro případ, kdy jsou využity dotace. Ta činí 7,5 %, což je v porovnání s ostatními technologiemi hodnota pro investování nezajímavá.

Výpočet skutečné efektivnosti investic s dotacemi:

$$\frac{\text{ØVýsledek hospodaření}}{\text{Náklady na investici}} * 100 = \frac{2,56}{34,1} * 100 = \mathbf{7,5 \%}$$

Rovněž vypočtená skutečná efektivnost pro případ realizace bez využití dotací činí pouze 4,1 %, což je pro investici nevhodné.

Výpočet skutečné efektivnosti investic bez dotací:

$$\frac{\text{ØVýsledek hospodaření}}{\text{Náklady na investici}} * 100 = \frac{2,56}{61,9} * 100 = \mathbf{4,1 \%}$$

7 Závěr

Význam výroby energie z obnovitelných zdrojů v budoucnu jistě poroste. Nejen z důvodu vyčerpatelnosti nerostných surovin, ale také v neposlední řadě pro lepší ochranu životního prostředí. K těmto dvěma faktorům je nutno v dnešní době připočítat snahu o zlepšení energetické bezpečnosti každého státu. Při tomto konstatování skutečnosti musí každý stát bedlivě zvažovat, zda se zaměřit na všechny typy technologií výroby energie z obnovitelných zdrojů, nebo se specializovat na jeden, či několik typů, pro něž má vhodné podmínky.

Oba tyto způsoby mají výhody i nevýhody. Pokud se stát zaměří na všechny dostupné technologie, získává výhodu možnosti diferenciací jednotlivých zdrojů a jisté univerzálnosti. Nevýhodou bude roztržitost energetického portfolia zdrojů, větší množství lidí potřebných k obsluze těchto zařízení a také nákladnější provoz z hlediska finančního. Dalším nepříjemným faktorem může být pozdější zjištění, že některý konkrétní zdroj výroby energie se projeví v čase jako nevhodný a zbytečně udržovaný v chodu a bude nutné tento zdroj nahradit. Přesto se dá konstatovat, že stát, který se pustí touto náročnější cestou, nebude pravděpodobně nikdy zaskočen úplným výpadkem energie v důsledku změny přírodních podmínek na svém území. Případná užší specializace v budoucnu v důsledku pozitivního vědeckého vývoje jednoho, či několika konkrétních zdrojů je rovněž možná, provozovaný typ zařízení se prostě přizpůsobí novým trendům vývoje a naopak zdroj neperspektivní se časem úplně utlumí. Nejedná se o ekonomicky výhodnou cestu provozování technologií z obnovitelných zdrojů, ale tato cesta je poměrně méně riziková, než cesta druhá.

Tato druhá cesta přináší nesporné výhody především v možnostech úzké specializace. Aby fungovala na vysoké úrovni a přinášela očekávaný efekt, měl by jí předcházet velmi podrobný a odborně fundovaný průzkum jak přírodních, tak také technických podmínek. Není vhodné investovat finanční prostředky do technologií, pro které není v dané lokalitě vhodné prostředí. Při rozhodování jakou technologii zvolit, by se měl potenciální zájemce důkladně seznámit s novými trendy vývoje u daného typu technologie a především s výhledem do blízké, ale i vzdálené budoucnosti. Jistým faktorem byl systém dotací a grantů, který začala poskytovat Evropská unie. Ač dobře míněný, pokřivil trh s technologiemi na výrobu energie z obnovitelných zdrojů. Tato skutečnost nepřispěla ani ke zvýšení energetické bezpečnosti, ale ani ke zlepšení životního prostředí. Zejména nástup podpory energie získávané ze slunečního záření znamenal nejen bezohledné zabírání

zemědělské půdy pro výstavbu slunečních parků, ale v mnoha případech i necitlivé jejich umístění do přírody bez ohledu na životní prostředí. V mnoha státech došlo v důsledku dotací k neřízené výstavbě slunečních elektráren, jejichž velkou nevýhodou je nevyrovnané zatěžování elektrické sítě podle intenzity slunečního záření.

Posilování energetické bezpečnosti České republiky se v současné době děje jednak v rovině jednotlivého státu, jednak v rámci společné politiky Evropské unie. V rámci České republiky se lze v současnosti spolehnout na výrobu elektrické energie z obnovitelných zdrojů v hodnotě 13 % z celkové hodnoty. Zároveň poměrně úspěšně probíhá na celostátní úrovni politika snižování energetické náročnosti. Například v případě zateplování budov se pokročilo razantním tempem a v blízké budoucnosti bude nová výstavba rodinných i bytových domů probíhat pouze v pasívním standardu. Stále větší popularitě se těší využívání fotovoltaických elektráren pro jednotlivé rodinné domy, k masovému rozšíření přispěje pokles cen baterií, které umějí uchovávat vyrobenou elektřinu pro využití v čase, kdy elektrárna nemůže energii vyrábět. Tímto způsobem by se vytvořila množina takzvaných ostrovních systémů, které jsou v případě výpadku dodávek elektrické energie z centrálních zdrojů prakticky nezranitelné. Ostrovní systémy je možno vytvořit i na vyšší úrovni, kdy jednotkou může být například celá obec, výrobní podnik, nebo jednotlivé instituce. V těchto případech lze považovat za přínosný i případný systém podpor nebo daňových zvýhodnění provozovatelů těchto ostrovních systémů. Pokud by jejich počet dosáhl úrovně deseti a více procent, mohl by významně přispět k posílení energetické soběstačnosti a tím současně i k vyšší energetické bezpečnosti. Česká republika v současné době není schopna zajistit svou energetickou spotřebu z obnovitelných zdrojů ani ve značně okleštěné formě. Podíl energie z obnovitelných zdrojů stále stoupá, přesto se nevyvíjí takovým tempem, jako například v Německu, nebo ve Skandinávii. Tyto energeticky a environmentálně vyspělé státy mají před Českou republikou velký náskok, zejména v důsledku neexistence tržního hospodářství na našem území až do roku 1989.

Technologie využívající pro výrobu elektrické energie obnovitelné zdroje by za současných podmínek mohly sloužit jako určitá podpora energetické soběstačnosti České republiky. Nemohou však v žádném případě sloužit jako hlavní, nebo alespoň důležitá součást systému energetické bezpečnosti. Přestože 13 % podíl těchto zdrojů se jeví jako významný, poměrně značná část z něho vznikla díky štědrým dotacím a podporám nekoncepčně a pouze jako zajímavá finanční investice. Vznik nových subjektů by měl být

plánován jako systém zdrojů energie, které mohou doplnit, či částečně nahradit hlavní výrobce elektrické energie, tedy uhelné, nebo jaderné elektrárny. Důležitým faktorem, který nemůže být opomíjen, je cena jedné vyrobené KW. Pokud budeme vyrobenou energii z obnovitelných zdrojů předpokládat bez dotací a garantovaných výkupních cen, nemůže konkurovat cenám uhelných, či dokonce jaderných elektráren. Energetická politika České republiky by za současných podmínek měla být postavena na energii z jádra společně s energií z fosilních paliv a tyto vhodně doplňovat energií z obnovitelných zdrojů.

8 Seznam použitých zdrojů

Tištěné zdroje:

BENDA, Vítězslav. *Obnovitelné zdroje energie*. Praha: Profi Press, 2012. ISBN 978-80-86726-48-9.

CEJNAROVÁ, A. *Jak zkrotit vítr z moře*. Technický týdeník. 2010, 2010(11). ISSN 0040-1064.

HAU, Erich. *Wind Turbines: fundamentals, technologies, Applications, Economics*. 2. Berlin: Springer-Verlag, 2006. ISBN 10-3-540-24240-6.

KUTIŠ, Petr. *Hodnocení úrovně provozu a hospodaření vybrané teplárny*. Praha, 2017. Bakalářská práce. ČZU. Vedoucí práce Prof. Ing. Homolka Jaroslav, CSc.

LIBRA, Martin a Vladislav POULEK. *Solární energie: fotovoltaika - perspektivní trend současnosti i blízké budoucnosti*. 2., dopl. vyd. V Praze: ČZU, 2006. ISBN 80-213-1488-5.

MALAŤÁK, Jan a Petr VACULÍK. *Biomasa pro výrobu energie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. ISBN 978-80-213-1810-6.

MATHEW, Sathyajith. *Wind energy: fundamentals, resource analysis, and economics*. New York: Springer, c2006. ISBN 978-354-0309-055.

PASTOREK, Zdeněk, Jaroslav KÁRA a Petr JEVIČ. *Biomasa: obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public, 2004. ISBN 80-86534-06-5.

PAŽOUT, František. *Malé vodní elektrárny 1: Ekonomika - předpisy*. Praha: SNTL, 1987.

PETŘÍKOVÁ, Vlasta a Jan WEGER. *Pěstování rostlin pro energetické a technické využití: biomasa, bioplyn, krmiva*. Praha: Profi Press, 2015. ISBN 978-80-86726-69-4.

PŘÍHODA, Jan, ed. *Racionální využívání lesní biomasy pro energetické účely: sborník referátů : 11. říjen 2007, Kostelec nad Černými lesy*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1691-1.

SEQUENS, Edvard. *Větrné elektrárny a životní prostředí*. České Budějovice: Calla - Sdružení pro záchranu prostředí, 2009. ISBN 978-80-87267-04-2.

Stožár s unikátním prostorovým rámem. Technický týdeník. 2014, 2014(8), 29. ISSN 0040-1064.

ŠKORPIL, Jan a Milan KASÁRNÍK. *Obnovitelné zdroje energie*. Plzeň: Západočeská univerzita, 1997. ISBN 80-708-2384-4.

TLUSTOŠ, Pavel. *Monitoring kvality popelů ze spalování biomasy: certifikovaná metodika*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2012. ISBN 978-80-213-2327-8.

TLUSTOŠ, Pavel. *Skladování, přeprava a úprava kontaminované biomasy: certifikovaná metodika*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2014. ISBN 978-80-213-2520-3.

Elektronické zdroje:

0122 - Derivační vodní elektrárna. Skupina ČEZ [online]. Praha: ČEZ, 2018 [cit. 2018-09-08]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/hesla/deriv_vod_el.htm

ARCHALOUS, Martin. ČEZ: obnovitelné zdroje rostou, solární a větrná energie ne. *Nazeleno.cz* [online]. Brno, 2008 [cit. 2018-11-30]. ISSN 1803-4160. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/cez-obnovitelne-zdroje-rostou-solarni-a-vetrna-energie-ne.aspx>

Bankiho turbína. *Abeceda malých vodních pohonů* [online]. Praha: Internet Info, 2018 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/primotlaketurbiny/banki.htm>

BECHNÍK, Bronislav. Historie a perspektivy OZE - biomasa I. *TZB-info.cz* [online]. Praha: Topinfo.cz, 2009 [cit. 2019-03-02]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/biomasa/5902-historie-a-perspektivy-oze-biomasa-i>

BOUŠKA, Jan, Ing. Historie výroby elektřiny. *SPVEZ, z.s.* [online]. Praha: SPVEZ, 2018 [cit. 2018-12-15]. Dostupné z: http://www.spvez.cz/pages/history/history_01.htm#TOP

BUKAČ, Petr. Malá vodní elektrárna: Kolik elektřiny vyrobí? Vyplatí se? *Nazeleno.cz* [online]. Brno, 2010 [cit. 2018-11-30]. ISSN 1803-4160. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/vodni-energie/mala-vodni-elektrarna-kolik-elektřiny-vyrobi-vyplati-se.aspx>

Cesta do nitra planety Země: *VTM.cz. VTM.cz: věda, technika, zajímavosti, budoucnost*[online]. Praha: CZECH NEWS CENTER, 2019 [cit. 2019-02-05]. Dostupné z: <http://vtm.e15.cz/aktuality/cesta-do-nitra-planety-zeme>

ČESKO. Vyhláška č. 453/2008 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 8. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-453>

ČESKO. Vyhláška č. 477/2012 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 17. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-477>

- ČESKO. Zákon č. 100/2001 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 2019-01-12]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-100>
- ČTK. Spotřeba elektřiny v Česku stoupla na nový rekord. Nejvíce se vyrobilo z hnědého uhlí: *Aktuálně.cz. Zprávy: Aktuálně.cz* [online]. Praha: Economia, 2018, 24. 5. 2018 [cit. 2018-11-06]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/spotreba-elektřiny-v-cr-loni-vzrostla-na-rekordnich-73-8-twh/r~688d7a705f3011e8bbdd0cc47ab5f122/?redirected=1550396813>
- Dlouhé Stráně: Obnovitelné zdroje. *Skupina ČEZ* [online]. Praha: ČEZ, 2018 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/voda/dlouhe-strane.html>
- EVROPA 2020: *Strategie pro inteligentní a udržitelný růst podporující začlenění*. In: . Brusel: Komise evropských společenství, 2010. Dostupné také z: https://www.vlada.cz/assets/evropske-zalezitosti/evropske-politiky/strategie-evropa-2020/Evropa_2020_cz_Sdeleni_EK.pdf
- ENERCON GmbH [online]. Bremen (Deutschland): ENERCON, 2016 [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: <https://www.enercon.de/home/>
- ERÚ: *Domovská stránka* [online]. Jihlava: Energetický regulační úřad, 2018 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/>
- Foovoltaika: TZB-info. *Obnovitelná energie a úspory energie: TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, 2018 [cit. 2018-10-19]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika>
- Francisova turbína. *Abeceda malých vodních pohonů* [online]. Praha: Internet Info, 2018 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/pretlakoveturbiny/francis-vertik.htm>
- Geologická encyklopedie. *Úvod - Česká geologická služba* [online]. Praha: Česká geologická služba, 2007 [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl>
- Jaderná energetika v ČR: *Jaderná energetika | Skupina ČEZ. Skupina ČEZ* [online]. Praha: ČEZ, 2018 [cit. 2018-11-03]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/jaderna-energetika/je-v-cr.html>
- JIRÁSKA, Aleš, Ing. *Hluk větrných elektráren. ČSVE - Větrné elektrárny: Větrná energie* [online]. Praha: Česká společnost pro větrnou energii, 2013 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: http://www.csve.cz/pdf/cz/Hluk_vetnych_elektřaren.pdf
- Kaplanova turbína. *Abeceda malých vodních pohonů* [online]. Praha: Internet Info, 2018 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/pretlakoveturbiny/kaplan.htm>

- Kejda – Wikipedie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-12-21]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kejda>
- KOČ, Břetislav, Ing. Z historie větrných elektráren. *Elektro* [online]. 2005, **2005**(12) [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/z-historie-vetrnych-elektren--13364>
- Mapa-vhodnosti-vrtu_ONLINE: GEOCORE. *Geocore: Geotermální chlazení a vytápění. Energetické úspory a ekologie* [online]. Praha: GeoCore s.r.o, 2018 [cit. 2018-09-05]. Dostupné z: https://www.geocore.cz/produkty-obnovitelne-zdroje/mapa-vhodnosti-vrtu_online/
- MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE. [online]. Třebíč: I & CS spol. s r.o., 2018 [cit. 2018-10-10]. Dostupné z: <http://www.e-pristroje.cz/pictures/meteo/m305.jpg>
- MLA styl: Robert A. Millikan - biografický. NobelPrize.org. Nobel Media AB 2019 [cit. 2018-12-10]. Dostupné z: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1923/millikan/biographical/>
- Národní energetický mix. *OTE: Spojujeme trhy a příležitosti* [online]. Praha: OTE, 2018 [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix>
- Nobelova cena Einsteina pro teorii fotoelektrického efektu. *LifeHack: LifeHack* [online]. Krasnojarsk (Russia): Softnews Media Group, 2018 [cit. 2018-10-17]. Dostupné z: <https://cs.hoboetc.com/obrazovanie/24758-nobelevskaya-premiya-eynshteyna-za-teoriyu-fotoeffekta.html>
- Peltonova turbína. *Abeceda malých vodních pohonů* [online]. Praha: Internet Info, 2018 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/primotlaketurbiny/pelton.htm>
- Slapy: Obnovitelné zdroje. *Skupina ČEZ* [online]. Praha: ČEZ, 2018 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/obnovitelne-zdroje/voda/slapy.html>
- Státní energetická koncepce České republiky. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Praha: MPO, 2019 [cit. 2019-01-04]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/52841/60959/636207/priloha006.pdf>
- ŠAMÁNEK, Libor. Malé vodní elektrárny - proč, kde a jak?. *Alternativní energie* [online]. 2001, **2001**(6), 6 [cit. 2018-12-20]. Dostupné z: https://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/male_vodni_elektrarny_proc_kde_a_jak.pdf

ŠKORPÍK, Jiří. Využití energie větru, *Transformační technologie*, 2006-10, [last updated 2018-01-15]. Brno: Jiří Škorpík, [on-line] pokračující zdroj, ISSN 1804-8293. Dostupné z <http://www.transformacni-technologie.cz/04.html>.

Teorie fotovoltaiky. *Isofen Energy: titulní stránka* [online]. České Budějovice: Isofen Energy, 2018 [cit. 2018-10-17]. Dostupné z: <http://www.isofenenergy.cz/fotovoltaika.aspx>

Tepelná čerpadla země/voda: Hlubinné vrty | SOLARENVI a.s. *SOLARENVI a.s.: solární elektrárny, tepelná čerpadla, sluneční kolektory* [online]. Třeboň: SOLAR ENVI, 2014 [cit. 2018-11-08]. Dostupné z: <https://www.solarenavi.cz/a-47-tepelna-čerpadla-zeme-voda-hlubinne-vrty.html>

Vestas : *Wind it means the world to us* [online]. Aarhus (Denmark): Vestas Wind Systems A/S, 2018 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <https://www.vestas.com/>

Věda a technika v pozadí Činnost přečerpávací elektrárny: Eduportál Techmania. *Eduportál: Eduportál Techmania* [online]. Plzeň: © Techmania Science Center, 2018 [cit. 2018-11-12]. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/veda-v-pozadi/663>

VOBOŘIL, David. Fotovoltaické elektrárny – princip funkce a součásti, elektrárny v ČR. In: *Oenergetice.cz* [online]. 2016 [cit. 2018-12-17]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/fotovoltaicka-elektrarna-princip-funkce-a-soucasti/>

Vodní turbíny. *Mechatronika: Úvod* [online]. Podbořany: Gymnázium a Střední odborná škola, Podbořany, příspěvková organizace, 2018 [cit. 2018-10-25]. Dostupné z: http://mechmes.websnadno.cz/dokumenty/pri-str-10.01_vodniturbiny.pdf

VODNÍ TURBÍNY. *VODNÍ TURBÍNY* [online]. Mladá Boleslav: Vodní turbíny, 2018 [cit. 2018-10-09]. Dostupné z: <http://www.vodniturbiny.cz/index.php?linkid=08>

VOJÁČEK, Antonín. Vodní elektrárny - mikro, malé i velké - druhy, principy, provedení: *Automatizace.HW.cz. Automatizace.HW.cz: Elektronika v automatizaci* [online]. Praha: HW server, 2014, 13. 12. 2006 [cit. 2018-10-25]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2006121301>

Wikov [online]. Praha: Wikov Industry, 2018 [cit. 2018-12-14]. Dostupné z: <http://www.wikov.com>

Zbytková biomasa [online]. Praha: BIOMASS ENERGY, 2010 [cit. 2019-02-08]. Dostupné z: <http://biomass.cz/zbytkova-biomasa/>

ZELENÁ KNIHA: *Evropská strategie pro udržitelnou, konkurenceschopnou a bezpečnou energii*. In: . Brusel: Komise evropských společenství, 2006, K 72/05/. Dostupné také z: <https://www.senat.cz/prezentace/historieHandler.do?op=prepare&id=191>

Z historie využívání energie větru v českých zemích. *ČSVE - Větrné elektrárny: Větrná energie* [online]. Praha: Česká společnost pro větrnou energii, 2013 [cit. 2018-12-12]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/pdf/cz/Z-historie-VtE-v-CR.pdf>

Zpracování fotovoltaických panelů. *Zpracování komunálního odpadu: Drcení různých odpadů* | Odes s.r.o. Jaroměř [online]. Hradec Králové: eStudio.cz, 2014 [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <http://www.odes.cz/technologie/zpracovani-fotovoltaickych-panelu>

9 Přílohy

Příloha č.1 - Žádost o vydání společného povolení

Adresa příslušného úřadu

Úřad:.....

Ulice:.....

PSČ, obec:.....

Věc: **ŽÁDOST O VYDÁNÍ SPOLEČNÉHO POVOLENÍ**

- ve společném řízení
 ve společném řízení s posouzením vlivů na životní prostředí

podle ustanovení § 94j a 94q zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), a § 13a vyhlášky č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního rozhodování, územního opatření a stavebního řádu

ČÁST A

I. Identifikační údaje stavebního záměru

(název stavby / změny stavby, druh a účel stavby / změny stavby, v případě souboru staveb označení jednotlivých staveb, místo stavby / změny stavby – obec, ulice, číslo popisné / evidenční)

.....
.....
.....
.....

II. Pozemky, na kterých se stavba umísťuje

katastrální území	parcelní č.	druh pozemku podle katastru nemovitosti	výměra

Umísťuje-li se stavba / změna stavby na více pozemcích / stavbách, žadatel připojuje údaje obsažené v tomto bodě v samostatné příloze: ano ne

III. Identifikační údaje stavebníka

(fyzická osoba uvede jméno, příjmení, datum narození, místo trvalého pobytu popřípadě adresu pro doručování, není-li shodná s místem trvalého pobytu; pokud záměr souvisí s její podnikatelskou činností, uvede fyzická osoba jméno, příjmení, datum narození, IČ, bylo-li přiděleno, místo trvalého pobytu popřípadě též adresu pro doručování, není-li shodná s místem trvalého pobytu; právnická osoba uvede název nebo obchodní firmu, IČ, bylo-li přiděleno, adresu sídla popřípadě adresu pro doručování, není-li shodná s adresou sídla, osobu oprávněnou jednat jménem právnické osoby)

.....
.....
.....

Telefon / mobilní telefon:

Fax / e-mail:

Datová schránka:

Podává-li žádost více osob, připojují se údaje obsažené v tomto bodě v samostatné příloze:

- ano ne

IV. Stavebník jedná

- samostatně
 je zastoupen; v případě zastoupení na základě plné moci je plná moc připojena v samostatné příloze (u fyzické osoby se uvede jméno, příjmení, datum narození, místo trvalého pobytu popřípadě adresa pro doručování, není-li shodná s místem trvalého pobytu; právnická osoba uvede název nebo obchodní firmu, IČ, bylo-li přiděleno, adresu sídla popřípadě adresu pro doručování, není-li shodná s adresou sídla, osobu oprávněnou jednat jménem právnické osoby):

.....
.....
.....

Telefon / mobilní telefon:

Fax / e-mail:

Datová schránka:

V. Údaje o stavebním záměru a jeho popis

- nová stavba
 změna dokončené stavby (nástavba, přístavba, stavební úprava)
 soubor staveb
 stavby zařízení staveniště

VI. U dočasné stavby

Doba trvání:.....

Návrh úpravy pozemku po jejím odstranění:.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

VII. Účel stavby vodního díla¹⁾, je-li předmětem žádosti o společné povolení stavba vodního díla

.....

.....

V případě, že se žádost o společné povolení týká vodního toku:

Název vodního toku.....

ID vodního toku²⁾.....

VIII. Posouzení vlivu stavby / její změny na životní prostředí podle zvláštního právního předpisu

- stavba / změna stavby nevyžaduje posouzení jejich vlivů na životní prostředí
- nevztahuje se na ni zákon č. 100/2001 Sb. ani § 45h a 45i zákona č. 114/1992 Sb.
 - stanovisko orgánu ochrany přírody podle § 45i odst. 1 zákona č. 114/1992 sb., kterým tento orgán vyloučil významný vliv na předmět ochrany nebo celistvost evropsky významné lokality nebo ptačí oblasti, pokud je vyžadováno podle zákona č. 114/1992 Sb.
 - sdělení příslušného úřadu, že stavba / její změna, která je podlimitním záměrem, nepodléhá zjišťovacímu řízení, je-li podle zákona č. 100/2001 Sb. vyžadováno
 - závěr zjišťovacího řízení, kterým se stanoví, že stavba / její změna nemůže mít významný vliv na životní prostředí, pokud je vyžadován podle zákona č. 100/2001 Sb.
- stavba / změna stavby vyžaduje posouzení jejich vlivů na životní prostředí
- stavba / změna stavby byla posouzena před podáním žádosti o vydání rozhodnutí – žadatel doloží závazné stanovisko k posouzení vlivů provedení záměru na životní prostředí
 - stavba / změna stavby byla posouzena před podáním žádosti o vydání rozhodnutí – žadatel doloží verifikační závazné stanovisko podle § 9a odst. 1 zákona č. 100/2001 Sb.
 - stavba / změna stavby bude posouzena souběžně se společným řízením – žadatel předloží současně dokumentaci vlivů záměru na životní prostředí.

IX. Zhotovitel stavby – stavební podnikatel

Název a sídlo stavebního podnikatele, který bude stavbu provádět (pokud je znám), IČ, bylo-li přiděleno

.....
.....
.....

X. Předpokládaný termín zahájení a dokončení stavby

Zahájení.....

Dokončení.....

XI. Orientační náklady na provedení stavby:

XII. Užití sousedního pozemku nebo stavby

K provedení stavby má být použit sousední pozemek (stavba) ano ne

Pokud ano, je vyjádření vlastníka této nemovitosti připojeno v samostatné příloze.

V..... dne.....

.....
podpis

Poznámka:

- 1) *Účel stavby se uvede odpovídajícím způsobem podle číselníku Č11 Účel užití vodního díla uvedeného v příloze č. 4 vyhlášky č. 414/2013 Sb., o rozsahu a způsobu vedení evidence rozhodnutí, opatření obecné povahy, závazných stanovisek, souhlasů a ohlášení, k nimž byl dán souhlas podle vodního zákona, a částí rozhodnutí podle zákona o integrované prevenci (o vodoprávní evidenci).*
- 2) *Číselný identifikátor vodního toku dle údajů v evidenci vodních toků (§ 2 vyhlášky č. 252/2013 Sb., o rozsahu údajů v evidencích stavů povrchových a podzemních vod a o způsobu zpracování, ukládání a předávání těchto údajů do informačních systémů veřejné správy).*

ČÁST B

Přílohy k žádosti o vydání společného povolení ve společném řízení:

1. Není-li žadatel vlastníkem pozemku nebo stavby a není-li oprávněn ze služebnosti nebo z práva stavby požadovaný stavební záměr nebo opatření uskutečnit, dokládá souhlas vlastníka pozemku nebo stavby. Není-li žadatel o povolení změny dokončené stavby jejím vlastníkem, dokládá souhlas vlastníka stavby. K žádosti o povolení změny dokončené stavby v bytovém spoluvlastnictví vlastníků jednotky dokládá souhlas společenství vlastníků, nebo správce, pokud společenství vlastníků nevzniklo.
- Souhlas s navrhovaným stavebním záměrem musí být vyznačen na situačním výkresu dokumentace.
- Souhlas se nedokládá, je-li pro získání potřebných práv k pozemku nebo stavbě pro požadovaný stavební záměr nebo opatření stanoven účel vyvlastnění zákonem.
2. Plná moc v případě zastupování stavebníka, není-li udělena plná moc pro více řízení, popřípadě plná moc do protokolu.
3. Seznam a adresy oprávněných osob z věcných práv k pozemkům nebo stavbám, na kterých se stavba / změna stavby umísťuje.
4. Seznam a adresy osob, které mají vlastnická práva nebo práva odpovídající věcnému břemenu k sousedním pozemkům nebo stavbám na nich, a tato práva mohou být prováděním stavby přímo dotčena. Je-li těchto osob více než 30, identifikují se pouze označením pozemků a staveb evidovaných v katastru nemovitostí.
5. Plán kontrolních prohlídek stavby.
6. Smlouvy s příslušnými vlastníky veřejné dopravní a technické infrastruktury, vyžaduje-li záměr vybudování nové nebo úpravu stávající veřejné dopravní a technické infrastruktury.
7. Projektová dokumentace podle přílohy č. 8 až 11 vyhlášky č. 499/2006 Sb.
8. Pokud stavba / změna stavby nevyžaduje posouzení jejich vlivů na životní prostředí a vztahuje se na ni zákon č. 100/2001 Sb. nebo § 45h a 45i zákona č. 114/1992 Sb.
- stanovisko orgánu ochrany přírody podle § 45i odst. 1 zákona č. 114/1992 Sb., kterým tento orgán vyloučil významný vliv na předmět ochrany nebo celistvost evropsky významné lokality nebo ptáčích oblastí, pokud je vyžadováno podle zákona č. 114/1992 Sb., nebo
- sdělení příslušného úřadu, že změna v užívání stavby, která je podlimitním záměrem, nepodléhá zjišťovacímu řízení, je-li podle zákona č. 100/2001 Sb. vyžadováno, nebo
- závěr zjišťovacího řízení, že stavba / její změna nemůže mít významný vliv na životní prostředí, pokud je vyžadován podle zákona č. 100/2001 Sb.
9. Další přílohy podle části A
- k bodu II. žádosti
- k bodu III. žádosti
- k bodu XI. žádosti
10. Je-li předmětem žádosti o společné povolení stavba vodního díla týkající se hraničních vod, předloží se projektová dokumentace v počtu stanoveném mezinárodními smlouvami, kterými je Česká republika vázána. Projektová dokumentace dále obsahuje
- údaje o průtocích vody ve vodním toku podle druhu vodního díla (M-denní průtoky, N-leté průtoky), pokud se žádost o společné povolení týká vodního toku.

- 11. Posudek o potřebě, popřípadě návrhu podmínek provádění technickobezpečnostního dohledu na vodním díle zpracovaný odborně způsobilou osobou pověřenou k tomu Ministerstvem zemědělství¹⁾ v případě žádosti o povolení nového nebo změnu dokončeného vodního díla podléhajícího technickobezpečnostnímu dohledu.
- 12. Povolení vodoprávního úřadu k nakládání s vodami podle § 8 vodního zákona, bylo-li vydáno k povolovanému vodnímu dílu předem jiným správním orgánem než příslušným k vydání společného povolení.
- 13. Stanovisko správce povodí, s výjimkou případů, kdy se žádost o společné povolení týká přeložky vodovodů nebo kanalizací, včetně ověření orientační polohy vodního díla v souřadnicích X, Y určených v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální.
- 14. Vyjádření příslušného správce vodního toku, pokud se žádost o společné povolení týká vodního díla souvisejícího s tímto vodním tokem.
- 15. Vyjádření osoby s odbornou způsobilostí²⁾ v případě žádosti o společné povolení týkající se změny stavby studny nebo jiného vodního díla potřebného k odběru podzemních vod, pokud tato změna může ovlivnit zdroje podzemní vody, které obsahuje
 - základní údaje, včetně identifikace zadavatele a zpracovatele vyjádření, popřípadě zpracovatele příslušné projektové dokumentace,
 - popisné údaje, včetně identifikace hydrogeologického rajonu, útvaru podzemních vod, popřípadě kolektoru, ve kterém se nachází podzemní vody,
 - zhodnocení hydrogeologických charakteristik, včetně stanovení úrovně hladiny podzemních vod, mocnosti zvodnělé vrstvy směru proudění podzemních vod, a
 - zhodnocení míry rizika ovlivnění množství a jakosti zdrojů podzemních a povrchových vod nebo chráněných území vymezených zvláštními právními předpisy.

Poznámka:

1) § 61 odst. 9 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.
 2) Zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích a o Českém geologickém úřadu, ve znění pozdějších předpisů.

ČÁST C

Přílohy k žádosti o vydání společného povolení ve společném řízení s posouzením vlivů na životní prostředí:

1. Není-li žadatel vlastníkem pozemku nebo stavby a není-li oprávněn ze služebnosti nebo z práva stavby požadovaný stavební záměr nebo opatření uskutečnit, dokládá souhlas vlastníka pozemku nebo stavby. Není-li žadatel o povolení změny dokončené stavby jejím vlastníkem, dokládá souhlas vlastníka stavby. K žádosti o povolení změny dokončené stavby v bytovém spoluvlastnictví vlastníků jednotky dokládá souhlas společenství vlastníků, nebo správce, pokud společenství vlastníků nevzniklo.
- Souhlas s navrhovaným stavebním záměrem musí být vyznačen na situačním výkresu dokumentace.
- Souhlas se nedokládá, je-li pro získání potřebných práv k pozemku nebo stavbě pro požadovaný stavební záměr nebo opatření stanoven účel vyvlastnění zákonem.
2. Plná moc v případě zastupování stavebníka, není-li udělena plná moc pro více řízení, popřípadě plná moc do protokolu.
3. Seznam a adresy oprávněných osob z věcných práv k pozemkům nebo stavbám, na kterých se stavba / změna stavby umísťuje.
4. Seznam a adresy osob, které mají vlastnická práva nebo práva odpovídající věcnému břemenu k sousedním pozemkům nebo stavbám na nich, a tato práva mohou být prováděním stavby přímo dotčena. Je-li těchto osob více než 30, identifikují se pouze označením pozemků a staveb evidovaných v katastru nemovitostí.
5. Plán kontrolních prohlídek stavby.
6. Smlouvy s příslušnými vlastníky veřejné dopravní a technické infrastruktury, vyžaduje-li záměr vybudování nové nebo úpravu stávající veřejné dopravní a technické infrastruktury.
7. Společná dokumentace podle druhu stavby podle přílohy č. 8 až 11 vyhlášky č. 499/2006 Sb.
8. Dokumentace vlivů záměru na životní prostředí podle § 10 odst. 3 a přílohy č. 4 k zákonu o posuzování vlivů na životní prostředí.
9. Další přílohy podle části A
- k bodu II. žádosti
 - k bodu III. žádosti
 - k bodu XI. žádosti
10. Je-li předmětem žádosti o společné povolení stavba vodního díla týkající se hraničních vod, předloží se projektová dokumentace v počtu stanoveném mezinárodními smlouvami, kterými je Česká republika vázána. Projektová dokumentace dále obsahuje
- údaje o průtocích vody ve vodním toku podle druhu vodního díla (M-denní průtoky, N-leté průtoky), pokud se žádost o společné povolení týká vodního toku.
11. Posudek o potřebě, popřípadě návrhu podmínek provádění technickobezpečnostního dohledu na vodním díle zpracovaný odborně způsobilou osobou pověřenou k tomu Ministerstvem zemědělství¹⁾ v případě žádosti o povolení nového nebo změnu dokončeného vodního díla podléhajícího technickobezpečnostnímu dohledu.
12. Povolení vodoprávního úřadu k nakládání s vodami podle § 8 vodního zákona, bylo-li vydáno k povolovanému vodnímu dílu předem jiným správním orgánem než příslušným k vydání společného povolení.

- 13. Stanovisko správce povodí, s výjimkou případů, kdy se žádost o společné povolení týká přeložky vodovodů nebo kanalizací, včetně ověření orientační polohy vodního díla v souřadnicích X, Y určených v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální.
- 14. Vyjádření příslušného správce vodního toku, pokud se žádost o společné povolení týká vodního díla souvisejícího s tímto vodním tokem.
- 15. Vyjádření osoby s odbornou způsobilostí²⁾ v případě žádosti o společné povolení týkající se změny stavby studny nebo jiného vodního díla potřebného k odběru podzemních vod, pokud tato změna může ovlivnit zdroje podzemní vody, které obsahuje
 - základní údaje, včetně identifikace zadavatele a zpracovatele vyjádření, popřípadě zpracovatele příslušné projektové dokumentace,
 - popisné údaje, včetně identifikace hydrogeologického rajonu, útvaru podzemních vod, popřípadě kolektoru, ve kterém se nachází podzemní vody,
 - zhodnocení hydrogeologických charakteristik, včetně stanovení úrovně hladiny podzemních vod, mocnosti zvodnělé vrstvy směru proudění podzemních vod, a
 - zhodnocení míry rizika ovlivnění množství a jakosti zdrojů podzemních a povrchových vod nebo chráněných území vymezených zvláštními právními předpisy.

Poznámka:

1) § 61 odst. 9 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

2) Zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích a o Českém geologickém úřadu, ve znění pozdějších předpisů.